7.20=5-31=8

316/394

i 25986886

L'ART
DES EXPÉRIENCES,
OU
AVIS AUX AMATEURS
DE LA PHYSIQUE,

SUR LE CHOIX, LA CONSTRUCTION ET L'USAGE DES INSTRUMENTS ; SUR LA PRÉPARATION ET L'EMPLOI DES DROGUES QUI SERVENT AUX EXPÉRIENCES.

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre.

Seconde Edition.

TOME SECOND.

A PARIS,
Chez P. E. G. DURAND, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sagesse.

M. DCC. LXX.
Avec Approbation & Privilege du Roi.

FAUTES A CORRIGER.

Tome Second.

Page.	*Ligne.*	*au lieu de*	*lisez :*
32,	3,	F. 1.	*Fig.* 2.
94,	25,	découpé.	découpée.
97,	9,	plus.	moins.
117,	12,	*Fig.* 3.	*Fig.* 4.
Ibid,	13,	. . . . .	*effacez Fig.* 4.
139,	26,	*Fig.* 9..	*Fig.* 5.
140,	21,	*Fig.* 10.	*Fig.* 6.
183,	24,	*Fig.* 4.	*Fig.* 3.
217,	2,	même.	menu.
220,	15,	*Fig.* 6.	*Fig.* 7.
225,	6,	*idem.*	
231,	5,	de.	des.
368,	20,	un.	une.
371,	3,	*après le mot* capillaire,	*ajoutez.*
		A, *Pl. XVI. Fig.* *.	
391,	11,	*Pl. XVI.*	*Pl. XVII.*
406,	24,	une.	un.
451,	30,	doivent.	devient.
502,	30,	*Pl. XXI.*	*Pl. XXII.*
521,	7,	de deux.	des deux.
543,		*Fig.* 7. *Fig.* 8.	*Fig.* 4. *Fig.* 5.

à parler, & d'y joindre ensuite par des figures de détail, les développements qu'il seroit nécessaire de faire connoître pour guider l'Artiste, ou la personne qui le feroit travailler; mais j'ai bientôt compris que cela augmenteroit trop le nombre des Planches & le prix de l'Ouvrage. J'ai pris le parti de m'en tenir au nécessaire, & de renvoyer aux Planches des *Leçons de Physique* pour les Figures que je pourrois me dispenser de répéter dans ces deux volumes : cela m'a paru d'autant plus convenable, que ce nouvel Ouvrage est comme le supplément du premier; qu'il est à présumer qu'on n'aura pas l'un sans l'autre, & que c'est moins un Livre à lire de suite, qu'un répertoire à consulter dans le besoin.

J'avertis donc que les Planches & les figures citées en marge dans ces deux derniers Volumes, sont celles qui sont gravées dans mes *Leçons de Physique Expérimentale*, & qu'il faut se les mettre sous les yeux conjointement avec celles qu'on trouvera ici dans le texte, pour bien entendre ce que je dirai sur la construction & l'usage de chaque Instrument.

Toutes les piéces d'une même Machine sont dessinées dans leurs proportions : il y en a cependant qui sont si petites, qu'on a été obligé de déroger à cette régle pour les développer plus distinctement; mais il sera aisé de s'en appercevoir, parce que dans l'ensemble elles sont représentées avec leur grandeur proportionnelle ; & quand ces piéces sont astreintes à des mesures préciſes, j'ai soin de les exprimer dans le discours.

AVIS

Concernant la PREMIERE LEÇON.

Premiere Expérience.

LA piéce de monnoie la plus propre à cette expérience, est celle qui vaut actuellement deux sols en France : c'est du cuivre rouge avec une très-petite quantité d'argent : une piéce de cuivre ou d'argent sans alliage réussiroit aussi, mais il faudroit qu'elle ne fût pas fort épaisse. Il est inutile de tenter cette expérience avec une

I. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig. 1.*

piéce d'or ; elle réſiſteroit à l'action du ſoufre, & ne s'ouvriroit pas comme les autres métaux dont je viens de parler.

Le ſoufre dont il faut faire uſage ici, n'eſt pas celui qui eſt moulé en canons ou bâtons, & qu'on auroit réduit en poudre ; il vaut mieux employer ce minéral ſublimé & connu ſous le nom de *Fleurs de Soufre.*

Les fils de fer qui doivent ſervir de ſupport à la piéce de métal, doivent être terminés en pointe par une de leurs extrémités, pour être piqués dans du liége, ou ſi l'on veut, implantés ſur la tige même du pied ; mais on aura l'attention de régler leur longueur de maniere qu'entre le bois & la piéce de métal il ne ſe trouve que huit à neuf lignes de diſtance.

Et ſi la portion de ſoufre qu'on a miſe ſur la piéce de monnoie, étoit brûlée & diſſipée avant que le métal ſe fût ouvert, il faudroit y en remettre avec le bout de la lame d'un couteau, ou de quelque autre maniere équivalente.

Seconde Expérience.

ON peut par-tout se procurer de la limaille de fer : il faut la choisir la plus nette qu'il sera possible, & en mettre environ le poids d'un demi-gros dans une demie-once d'eau-forte, avec l'attention de faire ce mêlange dans un grand verre, de peur que l'effervescence qui accompagnera la dissolution du métal, ne fasse monter la liqueur par-dessus les bords; car l'eau-forte brûle & tache la plûpart des corps sur lesquels on la répand.

Les feuilles de cuivre dont nous nous servons ordinairement dans cette Expérience, sont de celles qu'on nomme *Clinquant* : quand on n'en a pas, on y peut suppléer en amincissant à coups de marteau quelques petits morceaux de cuivre jaune ou rouge, que l'on divisera ensuite avec des ciseaux, ou autrement : des épingles même de ce métal peuvent servir en cas de besoin.

Pour apprendre comment on précipite le cuivre par le fer, *voyez* To-

me I. pag. 411. *Précipitation d'un Métal par un autre.*

Troiſieme Expérience.

Fig. 4. CE qu'il y a d'eſſentiel dans cette Expérience, c'eſt de faire bouillir par l'action du feu, une liqueur odorante dans un petit vaiſſeau, dont l'orifice ne ſoit guères plus large qu'un trou d'épingle : ainſi à la rigueur on la pourroit faire avec la boule d'un thermométre, à laquelle il ne reſteroit qu'un ou deux pouces de ſon tube, en y faiſant entrer quelque liqueur parfumée de lavande, ou de fleur d'orange, ou même du vinaigre fort, & en faiſant enſuite bouillir cette liqueur ſur quelques charbons bien allumés, dans une chambre cloſe.

Mais ſi l'on peut être aidé par un Ferblantier, il ſera plus agréable & plus commode de poſer la boule de verre ſur un ſupport compoſé de trois petites bandes de ferblanc, ou de laiton, aboutiſſant par en-haut à un cercle de même métal, & ſoutenant par leur partie inférieure, une platine ronde ou triangulaire, percée à jour d'un

trou rond, pour recevoir une très-petite lampe à esprit-de-vin. Voyez dans la premiere Planche la *Fig.* 1. qui représente l'ensemble. *A B* est le cercle d'en-haut, qui doit être moins large que la boule n'est grosse, afin qu'elle ne passe point au travers ; *C*, *D*, *E*, sont les lames qui font les trois montans ; chacune d'elles doit avoir trois pouces & demi de longueur, sur une largeur de trois à quatre lignes qui aille un peu en décroissant par en-haut : à l'une d'entre elles on soudera une anse, comme on le voit en *F*.

Au chifre 2, est représentée la platine triangulaire, qui est chantournée dans un cercle de deux pouces & demi de diametre, & dont les angles sont pliés d'équerre, pour s'attacher aux trois montans, à la hauteur d'un pouce sur leur longueur, en allant de bas en-haut.

Le petit vase marqué 3, est ouvert par en-haut pour recevoir le couvercle *G*, qui est un peu concave en-dessus ; au milieu est soudé un tuyau gros comme une plume à écrire, qui le traverse & qui excede d'environ

deux lignes de part & d'autre. Ce tuyau est rempli par une meche de fils de coton, qui atteint au fond du vase, où l'on verse de l'esprit-de-vin jusqu'à la hauteur de quatre à cinq lignes. Le tout ensemble forme une lampe qui est reçue dans le trou de la platine triangulaire, & qui s'y repose par une portée *I K*, que le Ferblantier doit pratiquer à quatre lignes au-dessus du fond *H*.

Cette lampe étant allumée, chauffe & fait bouillir en peu de temps la liqueur qui est dans la boule de verre: mais comme la grande chaleur qu'elle rend pourroit désunir toutes ces piéces, si elles n'étoient que soudées à l'étain, il est à propos qu'indépendamment de la soudure, leur assemblage soit assuré par des clous de cuivre rivés.

Il faut que la liqueur qu'on met dans la boule de verre, n'occupe que le tiers ou la moitié tout au plus de sa capacité, de crainte que les premiers bouillons n'engorgent le tube; car si cela arrivoit, la vapeur dilatée par l'action de la flamme, pourroit faire crever le verre avec éclat.

Cet accident pourroit encore arriver, si le feu attaquoit constamment le verre par un seul endroit, tandis que la liqueur est encore froide, il faut donc agiter un peu la boule de côté & d'autre, jusqu'à ce que la liqueur commence à bouillir.

Malgré ces précautions, si cela arrivoit, on doit s'attendre que la liqueur répandue, si elle est inflammable, sera toute en feu ; mais il ne faut pas s'en effrayer : le premier linge qu'on trouvera sous sa main, & qu'on étendra dessus en appuyant un peu, étouffera l'incendie. On n'aura jamais rien de semblable à craindre, si l'on peut, au lieu d'une boule de verre, s'en procurer une de métal ; mais il faut être à portée d'un habile Chaudronnier pour l'avoir en cuivre, ou la faire faire en argent par un Orfévre qui l'entende : de quelque métal qu'on la fasse, il suffira qu'elle ait un pouce & demi de diametre ; mais il est important qu'elle soit mince dans toute son étendue, & il convient que le col large d'environ trois lignes à son origine, aille en diminuant jusqu'à la pointe, comme on le voit au chiffre 4.

Si par disette d'ouvriers, ou autrement, on est obligé de s'en tenir au verre, on pourra se pourvoir contre sa fragilité en faisant provision de plusieurs boules figurées comme celles qu'on feroit faire en métal, soit en les tirant des villes où il y a des Emailleurs, soit en profitant des courses que les Faiseurs de baromètres font fréquemment dans les provinces, ou bien en les soufflant soi-même au feu de lampe, comme je l'ai enseigné *Tome I. page* 211.

Si l'on peut avoir ces petits éolypiles ou cassolettes en métal, la queue pourra se monter à vis, à peu de distance de la boule, comme en *L*, ce qui donnera la facilité d'y introduire la liqueur odorante avec un petit entonnoir : si on est obligé de les avoir en verre soufflé, on les chargera de la maniere suivante.

Mettez dans un petit verre à boire la quantité de liqueur qui doit entrer dans l'éolipile ; chauffez un peu la boule de cet instrument sur la flamme de la lampe à esprit-de-vin, & plongez aussi-tôt le bec dans la liqueur, afin qu'il en entre seulement quelques

gouttes ; chauffez une seconde fois la boule, jusqu'à ce que vous voyiez bouillir le peu de liqueur qui y est entré ; plongez sur le champ le bec au fond du verre, & vous verrez bientôt toute la liqueur qu'il contient monter précipitamment dans la boule.

L'expérience étant faite, il ne faut pas laisser dans l'éolypile le reste de la liqueur, qui a perdu ce qu'elle avoit de plus volatil & de plus odorant ; on le fera sortir en tournant la boule de maniere que le col se trouve en-bas, & le bec recourbé en enhaut ; car alors le feu de la lampe continuant d'agir, la vapeur dilatée pressera la liqueur qui est au-dessous de s'élancer au-dehors, & l'on en fera si l'on veut un jet de flamme, en tenant une bougie allumée près de l'orifice.

J'ai fait modeler il y a une douzaine d'années, & couler en cuivre un petit vase représenté par la *Fig.* 2. Quand il est sorti de la fonte, on y ajuste & l'on y soude à soudure forte deux feuilles de refend *MN*, qui couvrent chacune une lame d'acier faisant ressort, au bout de laquelle

est attachée une rosette, qui est de cuivre comme la feuille, & qui ne la surpasse que d'une ligne au plus; les deux rosettes *O*, *P*, creuses d'un côté, & se regardant par leur concavité, embrassent la boule de l'éolypile soit de verre, soit de métal, & la contiennent, en lui laissant la liberté de tourner en tout sens, & d'incliner son bec plus ou moins.

Le fond du vase contient de l'esprit-de-vin, & le couvercle est percé d'un trou rond au milieu, pour recevoir un porte-meche représenté par la lettre Q. Il est aussi un peu concave en-dessus, pour retenir l'esprit-de-vin qu'on pourroit y répandre, & pour l'empêcher de couler sur le dehors du vase.

Ce petit instrument bien réparé & mis en couleur d'or, ou si l'on veut, doré d'or moulu, est fort agréable à voir, & peut servir à répandre des odeurs dans les appartemens de ceux qui les aiment: on peut s'adresser, pour en avoir, au sieur *Godille*, Maître Fondeur, à qui j'ai laissé le modele: il demeure actuellement rue Mazarine au Jeu-de-Paume de Masson.

Quatrieme Expérience.

ON placera d'abord au fond du vaſe la quantité de carmin qu'on veut employer ; on le délayera dans quelques gouttes d'eau avec le bout du doigt : on ajoutera un peu d'eau pour l'étendre davantage & enlever ce qui s'eſt attaché au doigt ; & enfin l'on emplira le vaſe avec de l'eau bien claire.

Pour faire mieux ſentir la couleur que cette grande maſſe d'eau a contractée par le mêlange d'une ſi petite quantité de carmin, il ſeroit bon d'avoir un ſecond vaſe pareil au premier, & rempli comme lui d'une eau ſemblable à celle qu'on y a verſée : en regardant la lumiere du jour au travers de ces deux eaux, on en appercevroit mieux la différence.

Premiere Expérience.

AYANT à parler des microſcopes, de leur conſtruction, de leurs uſages, dans les Avis ſur la dix-ſeptieme Leçon, je ne m'arrêterai point à décrire ici celui dont je me ſers dans les Expériences qui appartiennent à cette Section. Je remarquerai ſeule-

I. LEÇON. II. Section. *Pl. II. Fig. 6.*

ment que quand on eſt obligé de ſa
tisfaire en peu de temps la curioſi
d'un grand nombre de perſonnes,
eſt commode d'avoir un porte-ob
jets, ſur lequel on en ait pluſieurs to
préparés, & qui ſe préſentent ſucce
ſivement au foyer de la lentille ob
jective. On peut ſatisfaire à ces co
ditions de différentes manieres; en voi
ci une qui me réuſſit aſſez bien.

ABD, *Fig.* 3. eſt un demi-cerc
taillé dans une tablette de quelqu
matiere ſolide, & qui a une bonn
ligne d'épaiſſeur; ordinairement j
fais cette piéce en yvoire, afin qu'e
le ſoit plus légere que du métal,
qu'elle ſoit moins ſujette à ſe ſalir
au défaut d'yvoire on peut prend
du buis. Entre la demi-circonféren
ce *ADB*, & l'arc concentrique *a d*
je perce à jour des trous ronds d
trois lignes & demie de diametre,
quatre lignes de diſtance les uns de
autres, & ſur le bord de chacun d
ces trous je pratique en-deſſous un
feuillure, pour recevoir un petit verr
mince, ou une feuille de talk arondie
que j'y attache avec un peu de colle
de poiſſon. Au centre *C* je fixe un
petite broche de métal bien ronde

qui passe en-dessous, de la longueur de cinq à six lignes, & qui entre juste dans un petit canon qui traverse le bord de la tablette supérieure du microscope, & à telle distance du centre de cette tablette, que la piéce *A D B* venant à tourner, le milieu de chaque petit verre passe à son tour sous la lentille objective du microscope. Par ce moyen, tous les objets que j'ai placés sur les verres, tournant dans le même plan, dès que le microscope est ajusté pour le premier, il l'est de même pour tous les autres qui viennent après.

Cela suppose pourtant que la lentille objective ne sera point de celles qui grossissent le plus ; car elles exigent tant de précision dans leur distance à l'objet, que la plus petite différence nuiroit considérablement à leur effet ; mais dans les expériences dont il s'agit ici, il est plus avantageux de voir bien clairement que de voir bien gros ; & l'on doit préférer une lentille de moyenne force à toute autre.

Il y a deux façons de voir au microscope les corps qui ont de l'opa-

cité ou une transparence imparfaite, comme les grains de sable, les cheveux, &c. 1°. En les éclairant en-dessous par le moyen d'un petit miroir mobile, qui s'incline plus ou moins pour jetter de bas en-haut la lumiere qu'il reçoit du jour, ou d'une bougie allumée; alors on ne voit que la figure ou les contours de l'objet. 2°. En supprimant le service du miroir, l'objet est éclairé par-dessus, & l'on distingue sa couleur & l'état de sa surface. Il convient de voir les grains de sable de l'une & de l'autre façon.

Seconde Expérience.

POUR préparer les petits cryſtaux salins qu'on veut voir au microscope, il faut faire fondre les sels dans de l'eau bien pure, & dans des petits verres bien rincés, couverts d'une carte à jouer ou de quelque chose équivalente : il faut donner le temps à la dissolution de déposer les saletés que le sel pourroit avoir porté avec soi; & sans remuer le vase, on en prendra avec le bout d'un curedent ou d'une allumette taillée en pointe, une goutte que l'on déposera sur un verre bien net;

net, & qu'on fera évaporer lentement, dans un endroit où il n'y ait point de pouſſiere en l'air.

Si l'on veut voir les aiguilles du nitre, on fera fondre un peu de ce ſel & évaporer ſa diſſolution, comme je viens de le dire; mais il faudra prendre pour cela du nitre pur, c'eſt-à-dire, du ſalpêtre de la troiſieme cuite, ou celui des Indes; car ſans cela, les aiguilles ſeroient mêlées avec des petits cubes; le ſalpêtre contenant beaucoup de ſel marin avant que d'être purifié.

Troiſieme Expérience.

TOUS les végétaux qui ont encore de la verdeur, étant macérés dans l'eau froide, ne manquent guères de faire venir des petits inſectes au bout de quelques jours; mais j'ai remarqué que certaines fleurs, comme les œillets, produiſent encore mieux cet effet: dès qu'on apperçoit une petite pellicule à la ſurface de l'eau, on eſt preſque ſûr qu'il y a des animaux.

On ne réuſſit pas toujours à faire venir des anguilles dans le vinaigre; il en vient rarement dans l'hiver, c'eſt plutôt dans les ſaiſons où il fait chaud;

il faut pour cela exposer du vinaigre commun à l'air libre, dans une bouteille qui ne soit pas bouchée.

On obtient aussi de pareils insectes dans de la colle de farine aigrie, & entretenue liquide avec un peu d'eau; ils sont beaucoup moins vifs que ceux du vinaigre.

Les liqueurs qu'on examine au microscope, y doivent être mises en très-petite quantité; c'est assez d'une goutte prise avec la pointe d'un cure-dent, & l'on doit toujours les éclairer par-dessous pour les voir en transparence.

Premiere Expérience.

I. LEÇON. III. Section. *Pl. IV. Fig.* 14.

IL est presque inutile de dire qu'on peut faire cette expérience avec tout autre vaisseau que celui dont je me sers pour contenir l'eau, ainsi que celui que j'y plonge; l'un & l'autre peuvent être remplacés par un grand & par un petit récipient de machine pneumatique, dont un Cabinet de Physique est toujours pourvu; en cas de besoin on plongeroit un verre à boire dans un seau de table rempli d'eau.

Si l'on n'eſt point à portée de ſe procurer en étain ou en verre cette eſpece de pompe ou de chalumeau renflé, dont j'ai fait mention à l'occaſion de cette premiere expérience; il eſt aiſé de voir par la figure que j'en ai donnée, combien il eſt poſſible de la faire exécuter par un Ferblantier, en lui recommandant de ſouder un pouce au-deſſous de l'orifice ſupérieur, un anneau ou cercle plat *R*, *Fig.* 4. pour ſoutenir les deux doigts qui embraſſent le tuyau, tandis qu'on le tient bouché avec le pouce. Et au défaut de tout cela, une phiole, ou une bouteille dont le fond ſeroit percé d'un petit trou (*a*), produiroit le même effet. *Pl. IV. Fig.* 15.

J'ai parlé au même endroit, mais fort rapidement de la *Cloche du Plongeur*: c'eſt une machine qu'on a imaginée pour faire deſcendre un homme fort avant dans la mer, & le mettre en état d'y reſter un certain temps, & d'y repêcher des effets perdus, ſans riſquer de ſe noyer. Cette invention dont l'objet eſt important, a exercé

(*a*) Voyez Tome I. *page* 197. comment on perce le verre.

le génie & l'industrie de plusieurs Sçavans qui ont tâché de la perfectionner, & quoiqu'elle ait encore des défauts essentiels, & peut-être irremédiables, elle mérite cependant d'être connue & d'être placée en modele dans le cabinet d'un Physicien.

Cette cloche est un grand vaisseau arrondi, plus large par le bas qui est ouvert, que par le haut qui est fermé, construit comme une cuve avec de fortes douves, garni de plusieurs cercles de fer, afin de résister à la plus forte pression de l'eau dans le temps de son immersion, & dont le bord est chargé tout autour de plusieurs masses de plomb ou de fer fondu, de sorte qu'il puisse aller à fond, lorsqu'on lâche la corde à laquelle il est attaché: cette corde passant sur une forte poulie attachée au haut d'un bâti de charpente qui est établi sur deux bateaux plats, aboutit à un treuil; & le tout ensemble flottant sur l'eau, peut être mené par des rameurs à l'endroit où le plongeur a affaire.

J'ai fait de cet appareil un modele qui n'occupe guères qu'un pied en

quarré, sur neuf à dix pouces de hauteur, & dont je vais donner la description pour ceux qui voudront l'imiter.

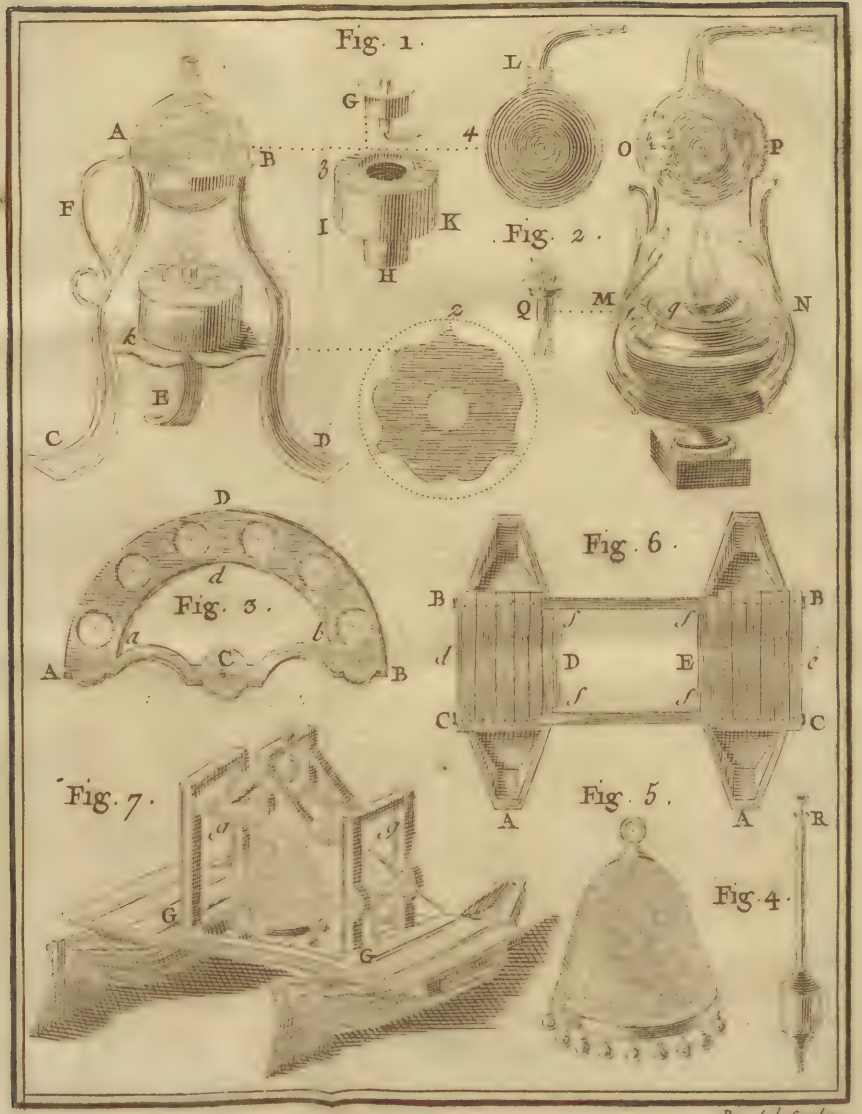
Je représente la cloche qui est la principale piece, avec un grand verre à boire, le plus épais que j'ai pu trouver, & le plus uni. J'en ai coupé la patte & une grande partie de la tige, pour y attacher une boucle ou anneau de laiton ; & j'ai garni le bord, d'un cercle de plomb laminé qui tient avec de la cire molle, & au bas duquel j'ai suspendu des balles de mousquet, *Fig.* 5. Je représente la cloche avec du verre, afin qu'à l'aide de sa transparence on voie un petit homme d'émail ou de cire, qui est assis dedans, sur une traverse attachée au cercle de plomb ; & qu'on voie comment l'air dans lequel il est, empêche l'eau d'arriver jusqu'à lui, quand la cloche est entiérement plongée.

A, *A*, *Fig.* 6. sont deux morceaux de bois, que j'ai fait tailler & creuser en forme de bateaux plats : deux petites planches, dont le pourtour représenteroit les bords d'un bateau, seroient tout aussi bonnes. *BB*, *CC*, sont

deux pieces de bois de 8 lignes de
large, 6 d'épaisseur, assemblées pa
rallélement entre elles avec quatre
traverses *D,d*, *E, e*, de même largeur
& épaisseur que les piéces précéden
tes. Sur les mortaises *f*, *f*, *f*, *f*, s'é
levent quatre montans, *G*, *g*, *G*, *g*
Fig. 7. de 6 lignes d'équarrissage & de
6 pouces de hauteur, arcboutés pa
en-bas & retenus en-haut par quatre
traverses. Sur les deux plus grandes &
au milieu de leur longueur, s'élevent
deux piliers de 3 pouces de hauteur
& bien soutenus des deux côtés, qui
portent une piéce de 8 lignes de lar
geur, sur 4 d'épaisseur, & posée de
champ.

Au milieu de la longueur de cette
derniere traverse est attachée une
poulie de métal, sur laquelle passe la
corde de la cloche, pour se rendre à
un treuil, auquel elle est attachée, &
qui sert à faire monter & descendre
la cloche.

Pour faire voir le jeu de cette ma
chine, il faut la poser sur un grand
vase de verre rempli d'eau claire, &
lâcher la corde doucement, afin que
la cloche descende bien perpendicu



Bradel Sculp.

lairement à la surface de l'eau ; ce n'est qu'à cette condition que le petit homme ne sera pas mouillé.

Seconde Expérience.

IL y a trois parties à distinguer dans la Fontaine *intermittente*; sçavoir, la tête, la tige & le bassin. Ordinairement on fait ces trois parties de fer blanc, ou de laiton plané ; mais autant qu'il est possible, il faut faire les machines de Physique transparentes, quand il se passe au dedans quelque effet qu'il importe de faire connoître : je préfere donc pour la tête de celle-ci, un globe de verre à deux goulots *A*, *Pl. II. Fig.* 1. si l'on est à portée d'en avoir ; si non, un matras *B* de 5 pouces & demi ou environ de diametre, dont le col soit gros à pouvoir y faire entrer le doigt d'un homme aisément, & réduit à un pouce & demi de longueur. *Pl. IV. Fig.* 16.

La tige *CD* est composée de deux tuyaux, l'un sur l'autre, & de longueurs inégales : celui du dedans *E F*, qui est le plus long, doit être de laiton, de 3 lignes de diametre inté-

rieur, ouvert par les deux bouts, un peu évasé par celui d'en-bas.

Le tuyau extérieur a trois partie La premiere *GD* est cylindrique; se diametre a un pouce ou un peu plus il est fermé en-bas par un fond u peu embouti, qui a sa convexité e dehors, & percé au milieu, d'un tro rond, au bord duquel seront soud ceux du petit tuyau.

La seconde partie *H*, est une bou applatie, formée de deux piéces ro des, embouties en calotes, & soudé l'une à l'autre par leurs bords. Cel d'en-bas est soudée au tuyau *GD*, elle est percée de sept trous, sçavoi un au milieu, par où passe le pe tuyau, & où il est soudé : les six autr également espacés entre eux autou du premier, doivent se voir tout e tiers par-dehors, autour du gros tuy *GD*. A ces six derniers trous doive être soudés autant d'ajutages, do les orifices n'aient qu'une demi-lig de diametre.

Toutes ces soudures doivent êt faites avant qu'on joigne les deux c lotes ensemble, & qu'on ait arrêté

Fo

petit tuyau par en-bas au fond du gros. On fera bien de les éprouver en versant de l'eau dans la calote ; elle ne doit couler par aucun autre endroit que par les ajutages, & les jets doivent être dirigés de maniere qu'arrivant au point *I*, ils ne soient pas écartés du tuyau de plus de 4 pouces. Si cela est ainsi, & qu'il ne coule point d'eau par le tuyau *GD*, on achevera de souder le petit tuyau par en-bas, & l'on joindra la seconde calote à la premiere, après l'avoir percée au milieu de la grosseur du tuyau *GD*, pour recevoir la troisieme partie de la tige.

Cette troisieme partie *C*, n'est qu'un bout de tuyau d'un pouce & demi de longueur, & ouvert par les deux côtés. D'une part il communique avec la boule creuse *H*, à laquelle il est soudé ; de l'autre part il est évasé, & découpé en festons ou en feuilles de persil, pour recevoir le goulot du globe de verre qui fait la tête de la fontaine, & que l'on y attache avec du mastic doux, ayant soin auparavant de régler la longueur du petit tuyau de maniere qu'il n'atteigne pas tout-à-fait au haut du globe.

Si ce globe a deux goulots, on bouchera exactement celui d'en-haut avec du liége & du mastic, (car il est important que l'air n'entre point par-là) & on le couvrira d'une douille K terminée en pointe, autour de laquelle le Ferblantier fera quelques ornemens ; mais il aura soin qu'ils n'excedent pas la pointe, parce que c'est sur cette partie que l'on pose la fontaine, quand on la renverse pour y mettre de l'eau : si cette tête est faite avec la boule d'un matras, & qu'il n'y ait point là de partie saillante pour recevoir la douille, on l'y attachera avec du mastic, après avoir pris la précaution de dépolir le verre, en frottant l'endroit avec du sablon mouillé & une molette de plomb un peu concave.

Quand on fait la tête de la fontaine en ferblanc ou en laiton, on peut supprimer la boule creuse *H*, en mettant les ajutages comme *L*, *l*, &c. mais alors il faut que le petit tuyau soit joint au gros, en-haut comme il l'est en-bas, afin que l'eau ne puisse pas couler entre eux deux.

Le bassin *MN* est rond ; (il pour

roit être de toute autre forme); il doit avoir 9 à 10 pouces de diametre, avec un bord d'un pouce de hauteur. Le fond eſt un peu concave pour déterminer l'eau qu'il reçoit à ſe porter vers le centre, où il y a un trou de 3 lignes de diametre ou environ.

Autour de ce trou eſt ſoudée une forte douille *O*, affermie par trois conſoles, & propre à recevoir le bout *D* de la tige, qui ne deſcend qu'à une ligne près du fond, à cauſe d'un anneau ſoudé en *p* pour l'empêcher d'aller plus loin.

La douille eſt ouverte ſur ſon pourtour par trois échancrures, afin que l'eau puiſſe arriver librement au centre du baſſin, & de-là paſſer par le trou dans une cuvette *Qq*, ſur laquelle le baſſin eſt arrêté, & qu'on peut vuider aiſément après chaque expérience, en ôtant le bouchon *r*.

Comme cette cuvette doit recevoir toute l'eau qui vient de la tête de la fontaine, il faut proportionner ſa capacité à cet effet, incliner ſon fond vers le centre, afin qu'elle ſe vuide plus facilement & complettement, enfin la faire porter ſur trois

petits pieds, qui l'élevent assez pour empêcher le bouchon *r* de toucher le plan sur lequel on voudra la poser.

Voilà toute la construction de la fontaine, il s'agit maintenant de la rendre *intermittente*. Cet effet aura lieu, si la tête fournit dans un temps donné, plus d'eau qu'il n'en peut passer du bassin dans la cuvette; car celle qui ne pourra passer, s'amassant dans le bassin, noyera le bout *D* du petit tuyau, & suspendra à coup sûr l'écoulement qui devroit se faire par les ajutages. Tout le secret consiste donc à agrandir peu-à-peu les orifices de ces ajutages, jusqu'à ce qu'ils fourniſſent une quantité d'eau suffisante pour noyer le bout du tuyau pendant 3 ou 4 secondes de temps, ou davantage si l'on veut; & cela est aisé à faire, car comme ils sont formés en pointes; on peut avec une lime douce les tronquer de plus en plus, jusqu'à ce qu'ils produisent l'effet qu'on désire.

Si les bords de la cuvette étoient exactement soudés au fond du bassin, l'eau auroit peine à y entrer. On évitera cet inconvénient en pratiquant

vers le haut quelque petit trou comme *t*, ou par dedans le baſſin un petit canal comme *N*, par lequel l'air intérieur puiſſe s'échapper, à meſure que l'eau ſe préſente pour remplir ſa place.

Il peut arriver encore que le bout *D* de la tige étant trop près du fond du baſſin, les intermittences en deviennent trop longues ; on y remédiera aiſément, en faiſant gliſſer un ſecond anneau ſous celui qui eſt arrêté en *p*.

On fera très-bien de couvrir tout le métal de cette machine, d'une peinture à l'huile, pour le préſerver de la rouille ; ou de pluſieurs couches de vernis (*a*), dans lequel on aura détrempé quelque couleur qui ait du corps. Si l'on veut de l'ornement, on pourra la faire paſſer par les mains d'un Verniſſeur qui la peindra par compartiment, & qui en rehauſſera certaines parties avec de l'or ou de l'argent ; tout cela ſe peut faire à peu de frais. Un Amateur qui aura du loiſir & de l'adreſſe, la rocaillera avec de petites coquilles de mer & du maſ-

(*a*) Voyez ſur les Vernis leur choix & leurs uſages, &c. *Tom. I. ſeconde Part. chap.* 3.

tic, en imitant celle qui eſt gravée dans le premier Tome de mes Leçons de Phyſique, *I. Leçon*, *Pl. IV.*

Pour faire l'expérience de la Fontaine intermittente, vous la renverſerez tenant la tige en-haut & la tête appuyée ſur une table ; vous verſerez de l'eau claire par l'orifice *D*, & vous remplirez ainſi la tête juſqu'aux deux tiers de ſa capacité, ou à peu-près. Enſuite vous redreſſerez la fontaine, ayant le doigt ſur le bout du petit tuyau en *D*, pour empêcher l'écoulement qui ſans cela ſe feroit par les ajutages, & vous placerez le bout de la tige dans la douille du baſſin.

Si la tête eſt de verre, vous ſerez averti de l'inſtant où l'écoulement doit recommencer après une intermittence, par quelques gouttes d'eau que l'air chaſſera devant lui en montant dans le petit tuyau : & ſi la cuvette ne peut donner iſſue à ſon air que par un petit trou comme *t*, ou par un petit canal *N*, en tenant le doigt deſſus, vous ferez durer l'intermittence de l'écoulement, comme vous la ferez ceſſer en l'ôtant ; en uſant myſtérieuſement de ces moyens, certai-

nes gens commandent à coup sûr les différens effets de la fontaine ; c'est ce qui lui a fait donner aussi le nom de Fontaine *de commandement*, qui convient mieux à la Foire qu'en Physique.

AVIS

Concernant la SECONDE LEÇON.

Premiere Expérience.

POUR ce qui concerne la Machine pneumatique, sa construction, ses usages, &c. voyez les *Avis* sur la dixieme Leçon ; c'est-là le vrai lieu d'en parler.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig. 1.*

Le canon de verre, ou de cristal, qui doit porter le vase de bois, n'est point astreint à des mesures précises ; il suffira qu'il ait 10 à 12 pouces de longueur, sur deux pouces ou environ de diametre par en-haut, un peu plus large par en-bas, afin de n'être pas si sujet à se renverser ; les bords seront dressés comme ceux d'un récipient ; & s'il peut être fait exprès

à la Verrerie, je conseille de lui donner la forme exprimée par *C, Pl. II. F. 1.*

On fera faire le vase par un Tourneur avec un morceau de bois de chêne de quartier, qui ait eu le temps de sécher, qui ne soit point gras & qui n'ait point de nœud : le hêtre & le noyer bien choisi pourroient servir de même. Le bois sera creusé selon son fil ; d'un côté, pour recevoir le colet du verre auquel il doit se joindre ; & de l'autre, plus profondément pour former le vase : & entre ces deux cavités on réservera un fond d'une bonne ligne d'épaisseur, comme on le peut voir par la coupe diamétrale qui est représentée en *A*.

Ce vase *B* se joindra au colet du verre *C* avec de la cire molle ; & l'on aura l'attention de chauffer un peu les piéces & d'appuyer la cire avec le bout du doigt, ou avec la lame d'un couteau, de maniere qu'il ne reste à cette jonction, aucun endroit par où l'air puisse s'insinuer.

Il est très-à-propos de couvrir le bois, tant par-dedans que par-dehors, de plusieurs couches de couleur détrempée avec du vernis, à la réserve

cependant de la partie qui fait le fond du vase ; il est absolument nécessaire qu'elle reste découverte dessus & dessous, & que rien n'empâte l'embouchure de ses pores.

Quand on a fait l'expérience avec de l'eau, il arrive quelquefois que le bois s'entr'ouvre en se séchant, ce qui met le vase hors de service ; il est bon d'en avoir plusieurs sur la même mesure, afin d'en changer au besoin : c'est pour faciliter cette opération, que je conseille de n'y joindre le verre qu'avec de la cire molle, plutôt qu'avec un mastic dur qui seroit plus difficile à enlever.

Si l'on n'avoit pas la commodité de se procurer un verre, tel que celui dont je donne ici la figure, on y pourroit suppléer en joignant ensemble deux récipients étroits, l'un plus long que l'autre, comme on le peut voir par *D*, *E*, & en assujettissant leurs goulots l'un sur l'autre avec une virole de fer blanc & du mastic doux ou de la cire molle : on y ajouteroit le vase de bois, comme je l'ai dit ci-dessus.

Au lieu d'eau, dans cette expérience

on peut employer du mercure, & alors on ne risquera pas de faire fendre le bois. Mais il faudra empêcher qu'il n'en tombe dans le canal du robinet de la machine pneumatique. Je dirai tout-à-l'heure ce qu'il y a à faire pour cet effet.

Seconde Expérience.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig. 2.*

ON peut faire cette expérience d'une maniere fort simple, en faisant un nouet de mercure avec un morceau de peau de chamois, & en le pressant entre les doigts, dans quelque vaisseau de verre, de porcelaine ou de fayence, & non de métal. Ce minéral, en se criblant ainsi à travers les pores de la peau, se purifie des saletés qu'il pourroit avoir contractées; mais le chamois qu'on a employé à cet usage, en retient toujours quelques parcelles, & pour cette raison, il faut bien se garder de s'en servir pour frotter aucun bijou d'or ou d'argent.

Si l'on veut mettre plus d'appareil dans cette expérience, on pourra prendre deux récipients assemblés comme *DE*, & au lieu d'un vase de

bois, y attacher un couvercle de fer-blanc, ou de cuivre, dont le fond soit percé d'un trou rond de 14 à 15 lignes de diametre, & surmonté d'une virole de deux lignes plus large que le trou autour duquel elle sera soudée; *F*, représente la coupe diamétrale de cette piéce.

La virole recevra un flacon de cryſtal *G*, dont on aura supprimé le fond, soit en le coupant, soit en l'usant; & en place duquel on aura mis un morceau da peau de chamois arrondi, & collé par ses bords au corps du flacon par-dehors. Ce flacon ainsi préparé, sera placé dans la virole, & attaché avec de la cire molle, de maniere que l'air extérieur ne puisse point entrer par-là dans le canon de verre, & il ne pourra point passer outre, parce que le trou qu'on a fait au fond du couvercle, étant moins large que la virole, lui procure un petit bord circulaire sur lequel il s'arrêtera.

Si l'on a employé du fer-blanc, il faudra néceſſairement le peindre par-dehors & par-dedans avec une couleur détrempée au vernis, pour em-

pêcher que le mercure ne s'attache à l'étain dont le fer est enduit.

Et pour empêcher que le mercure n'entre dans la pompe, en tombant du flacon sur la platine de la machine pneumatique, on aura soin de couvrir le bout du canal du robinet avec un opercule de bois *H*, tourné en forme de champignon, dont la tige soit creuse, pour entrer un peu juste en tournant sur le bout du canal qui est une vis; & elle est percée de plusieurs petits trous sous le chapeau pour donner à l'air du récipient la liberté de se rendre à la pompe.

Troisieme Expérience.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig. 3.*

POUR cette expérience on préférera les œufs vieux à ceux qui sont frais, parce que ceux-ci n'ayant point encore eu le temps de rien perdre par l'évaporation, contiennent moins d'air que les premiers. Cependant les œufs à force de vieillir & de perdre de leur substance, deviennent assez légers pour surnager dans l'eau; ils ne sont plus propres à l'expérience dont il s'agit ici; car il faut que l'œuf soit entiérement plongé dans de l'eau claire, afin qu'on apperçoive distinc-

tement l'air qui en sort ; & pour cette même raison, il faut choisir un gobelet qui soit un peu profond.

Comme il y a une vis saillante au milieu de la platine de la machine pneumatique, pour placer le gobelet plus commodément, on mettra dessous une rondelle de bois *I*, *Fig.* 3. percée au centre, & dont l'épaisseur égale la hauteur de la vis qui excede le plan de la platine.

Ceux qui auront la curiosité de vernir des œufs pour les garder longtemps frais, feront recueillir ceux des poules qui auront vécu séparées des coqs ; & le jour même qu'ils auront été pondus, ils seront préparés de la maniere suivante.

Prenez pour chaque œuf un fil plié en deux, attachez les deux bouts réunis avec un peu de cire d'Espagne sur un des bouts de l'œuf, & suspendez-le à un clou d'épingle, comme il est représenté en *K* ; on en peut attacher ainsi une centaine de suite, & même davantage ; ayez du vernis dans un verre à boire dont le fond soit un peu large, & tandis que l'œuf y est en partie plongé, passez du ver-

nis sur le reste avec un pinceau de poil doux : un quart-d'heure après, vous pourrez, en procédant de même, donner une seconde couche, & cela suffira.

Il ne faut point, pour cette opération, un vernis fort recherché ; un peu de cire d'Espagne pulvérisée & fondue dans de l'esprit-de-vin légèrement chauffé, ou même froid, en donnera un qui sera suffisant ; & il aura assez de corps, si dans quatre parties d'esprit-de-vin vous en mettez une de cire d'Espagne : on réussiroit presque aussi sûrement en frottant seulement les œufs avec une huile sécative, comme celle de noix, &c. Des œufs traités ainsi pourront se manger très-bons au bout de six mois.

Quatrieme Expérience.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 4.*

JE ne donnerai point ici la composition des *Encres de sympathie*, vous la trouvez dans la seconde Partie de cet Ouvrage, *Tome I. page* 423. *&c.*

Je dirai seulement, qu'il faut tracer les caractères avec une plume un peu grosse & neuve, ou qui ait été nouvellement lavée dans de l'eau claire.

& que si l'on met 400 ou 500 feuillets entre l'écriture invisible & la liqueur qui doit la rendre lisible, il faudra attendre plus d'une demi-heure l'effet de ces encres, à moins qu'elles ne soient bien nouvelles.

On fera voir que ces deux liqueurs qu'on nomme *Encres de sympathie*, sont de nature à produire une couleur opaque & brune par leur mélange, si l'on met un peu de celle avec laquelle on écrit, dans un petit verre, & qu'on jette par-dessus, quelques gouttes de celle avec laquelle on fait paroître l'écriture; car ce mélange paroîtra aussi-tôt sous la forme d'une liqueur épaisse & presque noire.

A la suite des quatre dernieres expériences, pour faire voir qu'il doit y avoir une certaine proportion ou analogie entre les pores d'un corps dissoluble, & les parties de son dissolvant, on doit se munir d'une petite planche de cuivre rouge, planée & polie, comme on les prépare pour les Graveurs; on la fera chauffer sur un feu de charbons, & on la frottera légérement avec le vernis des Graveurs, dont j'ai donné la composition,

Tome I. page 458. on l'en frottera, dit-je, jusqu'à ce qu'il y en ait une couche très-mince & très-égale ; quand elle sera un peu refroidie, on présentera le côté enduit au-dessus d'un flambeau allumé de cire jaune mêlée de poix-résine, afin qu'il se noircisse par la fumée ; après quoi on y dessinera ce qu'on jugera à propos, avec la pointe d'une grosse aiguille à coudre, qui découvrira le cuivre partout où elle passera ; & l'on finira par entourer cette planche d'un rebord de cire molle, élevé de 7 à 8 lignes.

Cette planche ainsi préparée étant placée de niveau sur une table, on y versera de l'eau seconde, c'est-à-dire, de l'eau-forte affoiblie avec moitié d'eau commune, jusqu'à la paisseur de 3 à 4 lignes. Alors on observera fort aisément que la liqueur travaille sur le métal par-tout où il a été découvert par la pointe, tandis que le reste qui est enduit de vernis demeure intact.

Vous prouverez encore la nécessité d'assortir à la porosité des corps la nature des liquides qu'on voudra y introduire, en peignant sur une table

tablette de marbre blanc : car les couleurs s'avanceront dans son épaisseur, si elles sont détrempées dans une matiere grasse, & que la piéce soit un peu chauffée ; au lieu que délayées dans l'eau, elles n'y entreront ni à chaud ni à froid. J'ai vu faire sur des marbres blancs, d'assez jolis ouvrages avec des cires diversement colorées & formées en crayon, ou bien avec des couleurs étendues dans l'huile de thérébentine : mais ces couleurs sont sujettes à s'étendre, on a de la peine à les contenir dans des traits d'une certaine finesse : c'est un art à étudier, quand on veut le pratiquer.

La composition des vernis est fondée de même sur le choix qu'il faut faire du dissolvant propre à telle ou telle espece de gomme ou de résine, ce qui suppose des différences considérables dans la porosité de ces matieres durcies ; mais je ne m'étendrai point ici sur cet article, j'en ai parlé suffisamment dans la seconde Partie de cet Ouvrage, *Tome I. ch. 3.*

Première Expérience.

II. LEÇON. II. Section. *Pl. II. Fig 5.*

LA BOULE creuse employée dans cette expérience, peut avoir autour de deux pouces & demi de diametre, & il faut que le métal dont elle est faite soit très-mince, afin qu'il soit bien flexible ; mais cependant il est essentiel qu'il n'ait aucune gersure, ni aucun trou, si petit qu'il soit. Elle peut être également faite, ou de cuivre, ou d'argent. Si l'on se détermine pour le premier de ces deux métaux, on s'adressera à un habile Chaudronnier qui sçache bien la *Rétreinte* ; il la formera presque jusqu'aux trois quarts de sa sphéricité, avec une seule pièce de cuivre rouge, qu'il battra suivant les régles de son art, en la faisant recuire de temps en temps, pour entretenir sa ductilité ; & il l'achevera en soudant au bord de l'ouverture qui reste *C D*, *Fig.* 4. une calote aussi de même métal, qu'on lui fournira.

Cette calote aura au milieu de sa convexité un col *G*, de 4 ou 5 lignes de longueur, & taraudé en-dedans pour recevoir le bouchon à vis *H*, qui pressera entre lui & le bord

l'orifice, une petite rondelle de cuir gras, afin que l'eau dont la boule sera remplie, ne puisse point refluer par-là, quand elle sera pressée.

Si l'on préfere l'argent au cuivre, c'est à l'Orfévre qu'il faut s'adresser, & il se chargera de tout; mais il faut lui recommander que le métal soit mince, & également mince par-tout, que la vis du bouchon soit bonne, & que son pas ne soit point trop fin.

On emplit cette boule avec de l'eau bien nette & un petit entonnoir de verre ou de métal; & quand elle paroît pleine jusqu'à l'orifice, il faut laisser le temps aux petites bulles d'air cantonnées autour du col intérieurement, de sortir, & il faut les aider à se dégager en frappant de petits coups sur la boule avec le doigt; après quoi l'on y met le bouchon que l'on serre fortement.

Il y a bien des moyens dont on pourroit se servir pour presser fortement cette boule remplie d'eau; un simple levier monté sur une planche, arrêté par un bout avec un mouvement de charniere, comme le couteau du Boulanger, & chargé d'un

poids par l'autre bout, suffiroit pour la comprimer; & l'on pourroit aisément évaluer cette pression. On la comprimeroit encore autant qu'on voudroit entre les deux mâchoires d'un grand étau, en la plaçant entre deux morceaux de bois un peu concaves, pour empêcher que les angles du fer ne la crevassent. Mais cette expérience se fait d'une maniere plus élégante, par le moyen d'une petite presse dont voici la description.

AB, *Fig.* 5. est une planche de chêne qui a deux pouces d'épaisseur; elle est chantournée dans un ovale dont le grand diametre est de 20 pouces, & dans son plus large elle en a 11: en *C* & en *D*, sont fixés avec de la colle & des chevilles, deux pilastres chantournés aussi, qui ont un pouce & demi d'épaisseur & 9 pouces de hauteur entre les deux tenons.

E, *F* sont deux vis de bois de poirier, faites à la filiere, qui ont 9 pouces & demi de longueur chacune & un pouce de diametre. Avant de former le filet, on a chassé dans chaque bout des cylindres, une broche de fer de fer terminée en pointe quarrée

& qu'on a laissée excéder le bois de 4 lignes. On a limé ensuite ces parties excédentes, & l'on en a formé des pivots, sur lesquels on a centré les bois, en les remettant sur le tour.

On n'a point fait régner le filet complétement d'un bout à l'autre; on a réservé vers le haut de chaque vis, une partie cylindrique de deux pouces de longueur, sur l'extrémité de laquelle on a pris un quarré, pour recevoir une roue de cuivre qui a 48 dents, & qui tourne bien concentriquement avec la vis à laquelle elle est jointe.

Ces roues (qui sont de même nombre) sont évidées pour être moins pesantes, & leur épaisseur au milieu doit être de deux bonnes lignes, afin de pouvoir s'attacher & tenir plus solidement au bois. Elles sont menées par un pignon de fer *G*, qui a 12 ailes, dont le pivot est retenu par un *coq* attaché en *H*, & dont la tige, après avoir traversé fort à l'aise le chapiteau, vient passer par un trou de juste grosseur, qu'on lui a préparé dans une plaque de cuivre *I*, incrustée dans le bois, & qui l'empêche

de remonter, à cauſe d'un épaulement réſervé en *L*.

K, eſt une piéce de bois de poirier qui a un bon pouce d'épaiſſeur, & dans laquelle ſont taraudés les écrous des deux vis. Il eſt abſolument néceſſaire que cette piéce & les deux roues engrénées avec le pignon, maintiennent les vis bien paralleles entr'elles, ſans quoi les mouvemens ſeroient gênés.

M, *N*, ſont deux carrés de cuivre noyés dans le bois en partie, & percés au milieu pour recevoir les pivots des vis par en-bas: il y en a deux ſemblables au-deſſous du chapiteau pour ceux d'en-haut: & quand on place ces quatre piéces, il faut avoir bien ſoin de régler leur écartement ſuivant celui qu'on a donné aux axes des vis tant par le rouage que par la piéce *K*.

Tout étant ainſi préparé, on aſſemble le chapiteau avec les pilaſtres, & on l'y retient avec deux chevilles de fer de chaque côté, afin de pouvoir aiſément le démonter en cas de beſoin: on place enſuite la manivelle ſur ſon quarré, & on l'y arrête avec une rondelle de cuivre tournée,

par-dessus, un écrou formé en bouton qui entre sur la partie excédente de la tige, dont on a fait une vis.

La piéce *K*, qui descend sur la boule & qui la presse, quand on fait agir les vis; doit être creusée en-dessous, de sorte qu'elle s'y applique non par un point, mais par une surface un peu large qui touche une portion de sa convexité: & de même le petit billot *P*, sur lequel est posée la boule, lui présente une concavité accommodée à sa figure, afin qu'elle y soit appuyée sur une plus grande étendue; & pour empêcher aussi qu'elle ne roule & ne tombe quand elle y est placée, & avant qu'on la presse.

Quand la boule a servi une fois à cette expérience, elle a perdu sa figure sphérique; on ne peut la lui rendre qu'en la reportant au Chaudronnier, qui la désoudra, qui la rebattra, & refera de nouveau la soudure; mais quand elle aura été rebattue ainsi une ou deux fois, ce sera bien hasard, si le cuivre n'est point percé ou gersé en quelque endroit.

Il y auroit un moyen de presser l'eau dans la boule, sans déformer le

métal qui la contient, ce seroit d
souder, au lieu d'une calote, un mo
ceau de cuivre solide, long d'un po
ce au moins, dans lequel on auro
taraudé l'écrou d'une vis grosse co
me le petit doigt, & qui auroit
quarré en-dehors, par lequel on p
le saisir & le faire tourner avec u
clef à deux branches, en assujetti
sant la vis dans un étau, où da
une mortaise, par une partie plat
qu'on réserveroit au bout. Voyez
Fig. 4. à la lettre Q.

Mais il faudroit pour cela que
vis fût d'un bout à l'autre d'une gr
seur bien égale, que ses filets fuss
très-également espacés, & que tout
vuide de l'écrou fût exactement re
pli; ce qu'on ne peut pas faire ai
ment: cependant un Professeur Al
mand avec qui je suis en correspo
dance, assûre qu'il l'a tenté avec su
cès, en ajoutant aux conditions q
je viens d'articuler, la précauti
d'enduire la vis & l'écrou, d'une m
tiere grasse non fluide, comme le l
mêlé avec un peu de cire & d'hu
d'olives.

Si l'on veut faire voir que de
l'expérien

l'expérience de la boule comprimée avec la presse, le changement de figure laisse toujours subsister la même capacité; on n'aura qu'à mesurer l'eau devant & après, cela se peut faire commodément avec ces petites mesures de verre que nous appellons *Chalumeaux renflés R*, & que l'on emplit en aspirant avec la bouche; on en peut avoir aisément & à peu de frais, de ces Emailleurs qui portent des baromètres dans les rues, & j'ai dit au troisieme Chapitre de la premiere Partie, *Tome I.* comment on peut les faire soi-même.

Seconde Expérience.

POUR se procurer un siphon tel que celui qui est employé dans cette expérience, le mieux feroit de le tirer immédiatement d'une Verrerie, & d'en avoir plus d'un; ce n'est point une grande dépense: si cela ne se peut pas, il faudra se contenter de faire joindre deux tubes de 3 ou 4 pieds de longueur, bout à bout l'un de l'autre au feu de lampe, après quoi on en pliera une partie de 8 pouces, de *Pl. III. Fig. 6.*

maniere qu'elle monte parallelement à la grande branche.

Si le tube a cinq ou six lignes de diametre extérieurement, & qu'il soit un peu épais, comme il le faudroit pour réſiſter à la grande preſſion du mercure dont il doit être chargé; il ne ſera pas facile de le plier à la lampe d'Emailleur; on en viendra mieux à bout en le faiſant chauffer dans du charbon bien allumé; mais comme il pourroit s'écraſer à l'endroit de la courbure, on pourra prévenir cet accident en le rempliſſant avec du ſablon bien net & bien ſéché au feu, que l'on ſera aiſément ſortir après, comme je l'ai enſeigné, *T. I. p. 216.*

Il eſt plus facile de placer une colonne d'eau dans la petite branche, quand on la laiſſe ouverte par le haut; mais comme il faut la boucher enſuite bien exactement, il arrive ſouvent que l'expérience manque par-là; il ſeroit plus ſûr de la ſceller hermétiquement, ſauf à l'emplir avec un peu plus de peine par la grande branche. On y parviendra en remplilſant celle-ci entiérement, & en tenant

enſuite l'inſtrument couché dans une ſituation preſque horiſontale & de champ, la petite branche étant plus bas que la grande ; en ſecouant un peu & à pluſieurs repriſes le ſiphon ſuivant ſa longueur, on donnera à l'eau des impulſions qui lui feront déplacer l'air dont il faut qu'elle prenne la place, & quand une fois il y en aura juſqu'au milieu de la courbure, on pourra renverſer la grande branche pour faire ſortir celle qui s'y trouvera de reſte.

Quand il eſt queſtion de faire voir cette expérience d'un peu loin, au lieu d'eau pure, on peut prendre une teinture d'orſeille, ou ſi l'on veut, du vin rouge ; mais lorſqu'il s'agira de remplir la grande branche avec du mercure, ſi l'on ne prend pas la précaution d'incliner le tuyau, & de verſer doucement d'abord & en petite quantité, les premiers volumes qui tomberont avec une grande précipitation, chaſſeront devant eux des bulles d'air qui monteront dans la colonne d'eau, & qui, ſi elles y reſtoient, mettroient de l'erreur dans le réſultat de l'expérience.

Il faut lier un fil fin & ciré sur la branche courte à l'endroit où commence la colonne d'eau, pour faire voir, quand la grande est chargée de mercure, que cette colonne toujours également longue, ne laisse appercevoir aucun signe de compression; on ne doit jamais se dispenser de tenir ce siphon attaché sur une planche, à cause de sa grande fragilité : & l'on aura soin qu'il la dépasse un peu par en-haut, afin qu'on puisse l'emplir & le vuider plus commodément.

Troisieme Expérience.

Pl. II. Fig. 7. Si vous frottez la tablette de marbre avec de l'huile, il faut enlever cette huile avec un linge en frottant fortement, il ne s'agit que de faire naître un nouveau luisant, pour rendre sensibles les endroits où la boule d'yvoire aura touché.

Au lieu de ce luisant, on peut ternir le marbre en aspirant dessus, & les marques de la boule seront encore plus marquées; il est vrai que des personnes scrupuleuses pourront soupçonner que les taches sont produites par une partie de la boule *non appli-*

tie, qui se sera enfoncée dans l'épaisseur de la couche de vapeur attachée au marbre ; mais si elles sont raisonnables, on les guérira de ce doute, en leur faisant remarquer que la couche qui enduit le marbre, est de beaucoup trop mince pour donner lieu à des taches de cette largeur.

Ce n'est point assez de laisser tomber la boule d'yvoire de la hauteur d'un homme, pour avoir les taches un peu grandes, & telles qu'il les faut, il est mieux de la lancer avec le bras, & plusieurs fois de suite, afin de marquer plusieurs endroits : & quand on les veut faire voir, il faut incliner le marbre au jour, afin que la personne qui les regarde, les apperçoive par la lumiere réfléchie obliquement.

A la suite de cette expérience j'employe quelques machines pour faire voir, 1°. que les corps élastiques sont susceptibles d'un certain mouvement qui leur est propre, & qu'on nomme *vibration* : 2°. que la demi-vibration d'un ressort qui se débande est accélérée, & que la derniere se fait avec une vîtesse retardée : 3°. que toutes les vibrations, petites ou grandes,

d'un même reſſort, ſont iſochrones, c'eſt-à-dire, de même durée.

LA premiere de ces machines eſt fort ſimple ; elle eſt faite avec une planche épaiſſe d'un pouce, & qui a cinq pieds de long : ſa largeur étoit de quatre pouces ; on en a retranché la moitié, à l'exception des deux extrémités, où on l'a laiſſée preſque toute entiere, & le reſte a été chantourné, comme on le peut voir par la *Fig.* 6. Une corde de boyau d'une ligne & demie de diamétre, eſt fixée en *D*, & à l'autre bout elle eſt reçue comme celles des violons, ſur une cheville avec laquelle on la peut tendre à volonté. Quand on la pince fortement dans le milieu de ſa longueur, elle va & vient pendant quelques inſtans d'*A* en *B*, & bientôt après l'étendue de ſes excurſions diminue, & elles deviennent inſenſibles. On peut faire cela beaucoup plus petit, & avec une corde bien plus fine, c'eſt pour être vû de près.

LA ſeconde machine a trois parties principales. La premiere eſt une lame de fleuret *A B*, *Fig.* 7. longue de deux pieds, dont la ſoie réduite

six lignes de longueur est formée en vis. L'autre bout *B* est percé sur sa largeur, pour recevoir la queue d'un petit cône de fer, qu'on arrête par-derriere avec un écrou. Cette lame placée de champ, est parallele à une tablette chantournée *CDE*, qui fait la seconde partie de la machine ; elle y est fixée à deux pouces & demi d'élévation, par le moyen de deux petits piliers *A*, *F*, de fer ou de cuivre, dont l'un est taraudé pour recevoir le gros bout du fleuret, & l'autre percé à jour & enfilé sur la lame, est ajusté pour demeurer à deux pouces & demi de distance du premier. Ces deux piliers ont par en-bas deux tenons à vis qui traversent la planche, & qui sont reçus par-dessous avec des écrous.

La tablette a deux pieds & demi de longueur & 20 pouces dans son plus large. La partie *GEH* est faite de 3 piéces assemblées à plats joints avec de la colle ; & la partie *CD* s'y ajoute par forme d'emboîture, le fil du bois est sur sa longueur, & elle est percée d'une rainure à jour, qui est une portion de cercle dont le centre est à la distance du point *I*. Cette rai-

nure a 8 lignes de largeur, elle s'étend de part & d'autre jusqu'à un pouce & demi près du bord de la tablette : & en marquant zéro au milieu de sa longueur, on a divisé les deux portions de droite & de gauche en trois parties égales. Le chantournement de cette tablette est arbitraire, chacun le peut dessiner suivant son goût; mais il est nécessaire qu'elle soit portée par trois petits pieds de 18 lignes ou deux pouces de hauteur, qu'on pourra placer vis-à-vis des lettres *G*, *E*, *H*, pour laisser la facilité de faire tourner par-dessous avec la main, l'écrou qui doit fixer sur telle division qu'on voudra de la rainure, la piéce qui fait la troisieme partie de cette machine.

Elle consiste principalement dans une molette de bois *K*, de 5 pouces de diametre, & d'un pouce d'épaisseur, sur l'une des faces de laquelle on a formé un creux circulaire de 4 lignes de profondeur, un peu plus large du fond que des bords, & que l'on a rempli de plomb fondu, de maniere que ce métal s'y présente sous la forme d'un anneau plat qui a 13 à 14 lignes de largeur.

Dès qu'on voit que le plomb eſt pris, on acheve de le refroidir promptement avec de l'eau, & on le bat enſuite à petits coups de marteau, pour l'étendre & le ſerrer dans la cavité qu'il occupe.

Quand la piéce eſt froide & ſéchée, on la met ſur le tour pour la dreſſer & l'arrondir; & l'on y adapte par-derriere une queue ronde, groſſe comme le petit doigt, & terminée en vis, après une partie liſſe de 7 à 8 lignes de longueur: cette queue traverſe l'épaiſſeur d'une piéce dont on voit le profil en *M*, & y eſt retenue par un écrou, de ſorte que la molette peut tourner & s'arrêter comme on le veut.

La piece *M* qui porte la molette, a par en-bas un petit bout de tenon quarré, qui entre librement dans la rainure *CD*, ſans excéder l'épaiſſeur de la tablette; & au-deſſous de ce tenon eſt un bout de vis garni d'un écrou un peu large, moyennant quoi l'on peut porter & fixer la molette à tel point que l'on veut de la diviſion; & les meſures ſont priſes de maniere que l'anneau de plomb répond par le

milieu de sa largeur à la pointe du cô
ne de fer qui est au bout du fleuret.

Il reste une quatrieme partie dont
le profil est représenté en *N*, c'est
une piéce de cuivre ou de fer, qui a
3 bonnes lignes d'épaisseur, & qui
est refendue en fourchette par le haut
pour recevoir un crochet tournant
sur le point *a*. Cette piéce élevée en
perpendiculairement au plan de la to
blette chantournée & attachée soli
dement, reçoit sur le mentonnet *c*
lame de fleuret, quand elle est pli
comme *b d I*, & le crochet qu'on aba
se l'y retient, pour donner la liber
de placer la molette suivant que l'ex
ge l'expérience.

Ayant donc ainsi arrêté la lam
élastique, on placera la molette
chiffre 2, ne laissant entre elles qu'
des espaces de la division; on léve
le crochet pour laisser partir le re
sort, & la petite masse conique q
est au bout, venant frapper le plom
y fera un trou proportionné à la fo
ce que lui donne sa vîtesse. On
commencera la même opération ap
avoir reculé la molette de manie
qu'il y ait deux espaces entre elle

le bout de la lame : mais avant de lâcher celle-ci, il faut faire un peu tourner la molette, afin que le second coup ne frappe point au même endroit qui a reçu le premier.

En reculant ainsi la molette de plus en plus, & ayant soin à chaque épreuve de la faire un peu tourner sur son centre, on aura sur le plomb, une suite de trous qui feront voir par leurs différentes grandeurs, que la vîtesse du ressort est accélérée dans sa premiere demi-vibration, & qu'elle va en diminuant ensuite jusqu'à la fin de la seconde demi-vibration.

PARMI les machines employées dans la troisieme Leçon j'en décrirai une qui sert à mesurer les frottemens : sa principale piece est une roue de métal non dentée, qui tourne alternativement en deux sens contraires ; par le moyen d'un ressort spiral, auquel son mouvement est assujetti. Je me sers de cette machine pour faire voir que les vibrations d'un même ressort sont isochrones entre elles ; car les ayant une fois réglées pour suivre les oscillations d'un pendule à secondes, (on y parvient aisément en

faisant glisser d'un côté ou de l'autre le ressort, dans la fente qui lui sert de point fixe), Je fais remarquer que celles qui ont le plus d'amplitude, comme celles qui en ont le moins, conservent toujours la même durée. Je dirai au sujet de la sixieme Leçon, comment on peut se procurer aisément, un pendule qui bat les secondes.

VERS la fin de la seconde Leçon au sujet de l'odorat, il est dit que ce sens a pour objet des particules extrémement subtiles & presque toujours invisibles, qui nagent dans l'air & qui s'introduisent avec lui pour affecter l'organe ; on peut prouver l'existence de ces corpuscules odorans, en les unissant dans l'air avec une autre matiere invisible comme eux.

Mettez plein une cuiller à café d'esprit volatil de sel ammoniac dans le fond d'un verre à ratafia, & s'il fait bien froid, faites-le un peu chauffer devant le feu ; présentez à quelques pouces de distance au-dessus du verre, une petite bande de carton enduite de cire, que vous aurez nouvellement trempée dans l'esprit de nitre. Alors vous verrez autour de ce corps une

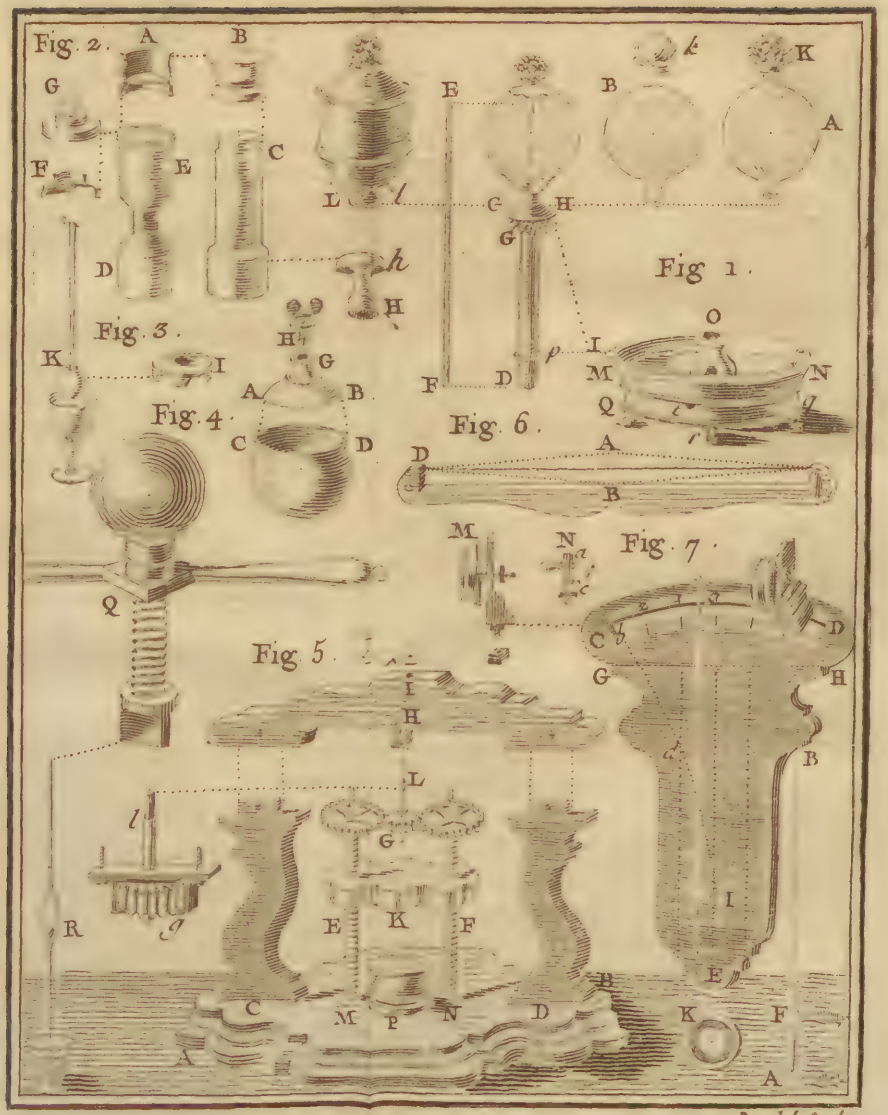


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 5.
Bradel Sculp.

fumée blanche & épaisse, qu'on n'y apperçoit point quand on le porte ailleurs qu'au-dessus du verre.

La précaution de tremper la petite bande de carton dans la cire fondue, fait voir que la fumée épaisse qu'on apperçoit, ne peut venir que du volatil urineux qui rencontre dans l'air les particules nitreuses auxquelles il s'unit, & non pas du carton brûlé, pour ainsi dire, par l'action de l'esprit corrosif dans lequel on l'a trempé, car la cire dont il est enduit, suffit pour l'en garantir.

AVIS

Concernant la TROISIEME LEÇON.

III. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig. 1. & 2.*

COMME il faut en enseignant laisser le moins qu'il est possible de prétextes aux contestations, pour répéter l'expérience proposée par Newton, on fera bien d'employer deux boules de plomb égales en diametres, mais dont les masses soient fort différentes, en faisant mouler l'une

pleine & l'autre creuſe par un Fondeur. Car alors ſi par deux chocs ſemblables, la plus légere eſt pouſſée plus loin que la plus peſante, on ne pourra plus attribuer cette différence à une moindre réſiſtance de la part de l'air, puiſque les volumes de ce fluide qu'elles auront à déplacer pour commencer à ſe mouvoir, ſeront égaux pour toutes les deux.

La boule creuſe doit toujours avoir aſſez d'épaiſſeur pour n'être pas enfoncée par les chocs qu'elle aura à ſouffrir ; il faut lui en donner deux lignes au moins ; & afin qu'il y ait une grande différence entre les maſſes, on pourra donner à l'une & à l'autre environ trois pouces de diametre, & ſe ſervir pour les chocs d'une balle de mouſquet ſuſpendue par un fil. La boule creuſe pourra être faite par le Ferblantier, qui emboutira deux calotes, & qui les ſoudera bord ſur bord.

Premiere Expérience.

Pl. I. Fig. 3. LA machine dont on fait uſage dans cette expérience eſt compoſée 1°. d'une caiſſe entiérement ouverte

par en-haut, qui peut avoir 28 pouces de longueur, 9 pouces de largeur, & 6 à 7 pouces de hauteur : au lieu de poser à plat & immédiatement sur le plancher, elle est montée sur deux traverses attachées au fond, & qui dépassent de part & d'autre sa largeur d'environ deux pouces. Ces parties excédentes sont percées & taraudées pour recevoir 4 vis de bois de 9 à 10 lignes de diametre & longues de 4 pouces, par le moyen desquelles on peut aisément caler la machine & mettre la caisse de niveau. Pour la rendre stable & empêcher qu'elle ne soit endommagée par les corps durs qui doivent tomber dedans, on la remplit en partie avec de la terre non humide, ou avec du sable.

2°. Sur les deux petits côtés de la caisse sont élevés deux montans paralleles qui ont 6 pieds de hauteur. Leur figure, leur largeur & leur épaisseur sont arbitraires, mais il faut qu'ils soient assez solides pour se tenir droits, & ne point vaciller. Et si l'on prévoit que la machine ait besoin d'être souvent transportée, on

les assemblera par en bas, de maniere qu'ils puissent se démonter.

3°. Les deux montans entaillés en-haut comme *A* & *B*, *Pl. III. Fig. 1.* entrent dans les deux fourchettes d'une traverse *CD*, & y sont retenus par deux chevilles de fer que l'on peut ôter quand on veut. Au-dessus de l'entaille *A*, l'un des montans est percé à jour pour recevoir une poulie *E*, qui déborde un peu l'épaisseur du bois : & l'autre *B*, percé à pareil endroit, reçoit le bout du manche d'un marteau *F*, que l'on retient par-derriere avec un écrou ou avec une clavette : ce marteau est fait d'yvoire, de buis, ou de quelque autre bois dur, & son manche est une verge de métal qui fait ressort, & qui excede de deux pouces l'épaisseur du marteau après l'avoir traversée : on peut se servir pour cela d'un bout de fleuret.

La traverse *CD* est percée à jour au milieu de sa largeur : l'ouverture a 4 pouces de long sur un pouce & demi de large ; & sa longueur est partagée en deux parties égales, par une lame de métal de 3 à 4 lignes de largeur & posée de champ. Sur cette lame

lame G, se posent les deux billes d'yvoire que l'on fait tenir l'une à l'autre avec un grain de cire molle, & dont le diametre doit être un peu plus petit que la largeur de l'ouverture où elles sont placées, afin qu'elles puissent tomber très librement, lorsqu'elles viendront à se quitter.

Le marteau est placé sur la longueur du ressort qui lui sert de manche, de maniere qu'il répond directement à l'une des deux billes. Et quand on veut le tenir levé, on fait reposer le bout excédent de la lame à ressort sur la dent d'une piéce *h*, qui tourne sur son extrémité inférieure par un mouvement de charniere, & qui venant à reculer par le bout d'en-haut, quand on tire le cordon qui passe sur la poulie, fait échaper le marteau qui va frapper la bille.

Si l'on ne veut pas, ou si l'on ne peut pas se procurer une machine telle que je la viens de décrire, on fera l'expérience dont il s'agit avec moins d'appareil; & elle n'en sera pas moins concluante : car l'essentiel est de faire tomber l'une des deux billes plus vîte que l'autre, en ajoutant une

nouvelle impulsion à celle de sa pesanteur ; il suffit pour cela de tenir d'une façon quelconque ces deux corps joints ensemble, comme je l'ai dit, à une certaine hauteur, & de frapper sur l'un des deux avec un maillet. Les billes d'yvoire peuvent aussi sans aucun inconvénient être remplacées par des boules de quelque bois dur & un peu lourd, comme du buis, du gayac, &c.

III. LEÇON. II. Section.

POUR donner aux Commençans des idées nettes du mouvement local & de ses propriétés, je me sers quelquefois des moyens suivans.

AB, *Fig.* 2. est une régle de bois large de 3 pouces, sur 3 pieds & demi de longueur, ayant trois poulies, deux à ses extrémités & une troisieme *C* à six pouces de distance de *B*, lesquelles tournent ensemble parallélement au plan de la régle, & environ à un demi-pouce au-dessus, par le moyen d'une corde sans fin qui embrasse celles des deux bouts *A*, *B*, après avoir fait un tour entier sur la troisieme *C*.

L'axe de cette derniere poulie prolongé d'un pouce au-dessus de sa chape, est limé en pointe quarrée pour

recevoir une boule *d*, de 2 ou 3 pouces de diametre, qu'on peut faire indifféremment avec du carton ou avec du bois, mais dont la surface doit être divisée en 4 parties égales, par deux cercles qui se croisent aux pôles; & ces parties sont distinguées par des couleurs différentes & par les chiffres 1, 2, 3, 4.

La régle peinte en blanc est divisée par pouces depuis *A* jusqu'en *C*, & sur la corde sans fin est enfilée une boulette grosse comme une muscade, ou une piece lenticulaire *E*, teinte en noir ou en rouge, ou en quelque autre couleur tranchante; en pinçant la corde en *B*, & la tirant vers le point *A*, on fait avancer la boulette *E* vers *C*, & l'on donne par-là l'exemple d'un mouvement local, c'est-à-dire, qui fait passer d'un lieu dans un autre suivant la direction *A C*.

Et pour ôter toute équivoque, on fait remarquer que la boule *D*, quoiqu'elle ne se déplace point, ne laisse pas de se mouvoir réellement, parce que chacune de ses parties 1, 2, 3, ou 4, passe successivement par tous les points d'un cercle.

Enfin en tenant la longueur de la régle dans différentes positions par rapport au plan d'une table, tandis qu'on fait mouvoir la boulette ou la lentille *E*, on fait entendre ce que c'est qu'une direction parallele, perpendiculaire, ou oblique.

VOICI un autre moyen par lequel on rend sensible la viteſſe du mouvement. *A B C*, *Fig.* 3. est une tablette qui a deux pieds de longueur, & 16 pouces en son plus large : comme il n'est guères possible de la faire d'une seule planche, & que d'ailleurs elle seroit sujette à se voiler, on fera bien de la contenir par une emboîture *A t x* : la rive *A C* est droite, & les deux qui sont de part & d'autre en retour d'équerre, le sont aussi jusqu'à la distance de six pouces ; le reste est chantourné arbitrairement.

C D est la place d'une bande de métal, qui porte par un bout une espece de potence, composée d'une bande plate *F*, & d'un baluſtre *G*, dont le tenon d'en-bas est prolongé par une vis assez longue pour traverser l'épaisseur du bois vers *D*, & être serré par-dessous avec un écrou : l'au-

tre bout de la bande *E* eſt arrêté pareillement vers *C*, avec une vis dont la tête *v* eſt ſurmontée d'une pointe ou pivot. Les deux bandes *E F*, ſont paralleles entre elles. La diſtance de l'une à l'autre eſt de 3 pouces & demi,& du centre du baluſtre au pivot *E*, il y a 3 pouces un quart.

Vers *A* & vers *B*, à un pouce de diſtance du bord de la tablette, ſont élevés ſur des petites platines de métal deux autres baluſtres, comme *I*, de 2 pouces & demi de hauteur, ſur leſquels s'arrêtent les deux bouts d'une lame de fer *H*, par le moyen de deux boutons à vis *i*, qui en traverſent l'épaiſſeur, & dont chacun a ſon écrou taraudé dans l'axe du baluſtre. Cette lame qui eſt large de 4 lignes, n'en a guères qu'une d'épaiſſeur, & elle eſt tournée en portion de cercle, dont le rayon eſt de 21 pouces.

L M eſt une autre lame de fer droite, épaiſſe d'une ligne & demie, ſur 4 de large dans toute ſa longueur qui eſt de 21 pouces un quart, ſans compter un tenon par lequel elle eſt jointe à angles droits & à demeure, avec une tige *K* de même métal, diſpoſée

pour tourner entre le pivot *E* & une vis pointue qui a son écrou dans l'épaisseur de la piece *F*, de sorte que quand tout cela est assemblé & mis en place, la lame droite par son extrémité *L* parcourt la portion de cercle *H*, & ne peut en sortir, à cause des deux boutons qui terminent les deux balustres placés en *A* & en *B*.

Le mouvement se fait de *B* en *A*, par le moyen d'un ressort *N*, fixé par une vis sur le balustre *G*, & formé en fourchette, par le bout qui touche l'épaisseur de la lame, afin qu'elle ne lui échappe point. Pour rendre le mouvement plus facile, on pratique en *L*, une roulette de cuivre taillée en lentille, & dont la circonférence déborde à peine l'épaisseur du fer; & l'on adoucit le choc qui se fait contre le bouton du balustre *A*, en retranchant une partie de la largeur de la lame pour y placer un ressort *o*; ce qui s'exécute aisément en y réservant un petit talon en queue d'aronde, qu'on chasse un peu à force dans une entaille de même figure, qu'on fait au bord de la lame. On pourroit, si on l'aimoit mieux, placer le ressort

au bouton. Voyez à la lettre Q cette partie développée en grand.

Sur la lame *LM* sont enfilées deux boëtes de cuivre qui sont bien ajustées à sa largeur, & qui s'accommodent encore mieux à son épaisseur, moyennant 2 petits ressorts plats *s*, *s*, qui rendent insensibles les inégalités, s'il y en a : ces boëtes s'arrêtent où l'on veut par une vis de pression *P*, & elles portent en-dessous un petit bout de tuyau quarré, qui reçoit une tige de fer de même forme, au bout de laquelle est fixé un marteau ou maillet : cette derniere piece peut monter, descendre & s'arrêter par une vis *r*, qui presse sur la tige.

J'ai toujours fait ces marteaux avec de l'yvoire, & c'est le mieux : néanmoins on les peut faire avec quelque bois dur & pesant. Ils sont cylindriques, ils ont chacun un pouce de diametre & autant de longueur, afin qu'ils soient de même poids : la face antérieure, c'est-à-dire, celle qui regarde le bord *AC* de la tablette, doit être plane, l'autre peut être arondie si l'on veut : mais il est nécessaire que la tige ou la queue soit attachée aux

deux tiers de la longueur, en allant d'avant en arriere, afin que la face droite qui doit frapper, réponde préciſément au bord *AB* de la tablette. Voyez la Figure qui repréſente l'enſemble de la machine, & où toutes les parties ſont déſignées par les mêmes lettres que dans le développement.

Il faut marquer ſur la tablette deux arcs de cercle, dont l'un ſoit une fois plus près que l'autre du centre *C*, & les diviſer en parties égales, afin qu'il s'en trouve une fois plus dans le grand que dans le petit. Cette diviſion doit être faite avec une couleur qui tranche beaucoup ſur le fond; ce ſera, par exemple, avec du noir, ſi la tablette eſt peinte en blanc; avec du rouge, ou avec de l'or, ſi elle eſt vernie en noir, &c.

Pour faire uſage de cette machine, la verge droite *LM*, étant parallele au bord *AC* de la tablette, vous arrêterez les marteaux, l'un vis-à-vis du chifre 4, & l'autre vis-à-vis du chifre 2. Puis ayant tiré le bout *L* vers *B*, vous l'abandonnerez à l'impulſion du reſſort qui raménera la verge & tout

ce qu'elle porte à l'endroit d'où vous l'avez tirée. Ce qui fera voir 1°. que chaque marteau a de la vîteſſe, puiſqu'il parcourt un certain nombre d'eſpaces dans un temps donné, c'eſt-à-dire dans le temps que la verge de fer emploie à ſe mouvoir de *B* vers *A*. 2°. Que l'un des deux marteaux a une vîteſſe double de l'autre, puiſque dans le même eſpace de temps, il fait un trajet double du ſien.

Cette machine ſert dans plus d'une occaſion ; on verra dans la ſuite, pourquoi j'ai appellé *marteaux*, les maſſes cylindriques, qui ſont portées par la verge *L M*.

ON peut avoir des expériences à faire ſur la quantité du mouvement, & ſur l'eſtimation des forces, en ſe ſervant de corps ſphériques, que l'on fait tomber de différentes hauteurs, ſur des matieres flexibles, en variant les maſſes, ſans rien changer aux volumes ; voici une machine qui ſera commode en pareils cas, & qui eſt bonne encore pour d'autres uſages dont je ferai mention par la ſuite.

Cette machine a pour baſe une caiſſe *A B* (*Pl. IV. Fig.* 1.) de dix-

huit pouces de longueur sur huit de largeur & environ cinq de hauteur, les mesures étant prises en dehors : *C D*, sont deux traverses chantournées, qui servent d'emboîtures au fond de la caisse, & qui excédant depart & d'autre sa largeur, sont garnies de quatre vis de métal ou de bois, avec lesquelles on cale & on met de niveau la machine.

Les bords supérieurs de la caisse sont recouverts par un cadre plat, d'un pouce d'épaisseur, qui y est attaché solidement ; les bandes qui forment ce cadre, doivent avoir au moins trois pouces de largeur, & leurs bords extérieurs formés en quart de rond, n'excédent que d'un demi pouce le pourtour de la caisse, de sorte que celle-ci ne reste ouverte par en haut que d'environ trois pouces sur sa largeur, & de quinze pouces sur la longueur.

Sur les petits côtés du cadre, s'élèvent perpendiculairement deux colonnes quarrées de quatre pieds de hauteur & dont chaque face à quinze lignes de largeur : ces deux pieces doivent être faites, d'un bois choisi,

& suffisamment sec, afin qu'elles ne se déjettent point; & il faut les calibrer sur toute leur longueur, en les faisant passer juste, l'une après l'autre, par un trou quarré fait avec soin dans une feuille de métal, ou dans une planchette de quelque bois ferme & bien coupé.

Ces colonnes ont à chacune de leurs extrêmités un tenon, dont une partie (celle qui touche la portée) est quarrée, & l'autre arrondie, & formée en vis. Par en bas elles traversent l'épaisseur du cadre, & sont arrêtées en-dessous solidement avec un écrou : par en haut elles sont reçues dans les deux bouts d'une traverse G, & retenues pareillement avec des écroux ; cette traverse est une piece droite, large de trois pouces, & ornée d'une moulure sur son épaisseur qui est de quinze à dix-huit lignes, la distance des trous doit être tellement mesurée, que les deux colonnes demeurent bien paralléles entr'elles.

On peut rapporter des moulures en haut & en bas des colonnes pour les orner & pour rendre l'assemblage

plus solide ; mais il est nécessaire, que d'un côté ou de l'autre cela se fasse par une piece enfilée sur le tenon, & qu'on puisse ôter quand on voudra, pour faire entrer la traverse mobile dont je vais parler : il est plus à propos que ce soit par en haut : on peut aussi donner aux écroux, au-dessus de la traverse *G*, qui est fixe, une figure qui fasse ornement.

HH, est la traverse mobile, qui doit glisser suivant toute la longueur des colonnes, sur lesquelles elle est enfilée ; elle est faite d'un bout de planche épaisse au moins de dix lignes, elle est plus large au milieu & vers les deux bouts, que dans le reste de sa longueur : quand on y aura fait les ouvertures dont je vais parler, on verra de reste combien de bois il convient de laisser autour ; & le chantournement est arbitraire.

K, est un trou rond & à jour qui n'a que la grandeur nécessaire pour laisser passer une boule de dix-huit lignes ou environ de diametre, sans la gêner dans son passage : le bord supérieur est garni d'une pince ronde, dont les deux branches qui sont droi-

tes, se meuvent autour de deux vis placées en *i i*; l'action d'un double ressort attaché en *L*, tient les deux croissants qui forment la pince, un peu plus serrés que l'ouverture du trou; mais cette pince s'ouvre plus grande que lui quand on presse les deux branches *M*, *M*; par ce moyen-là on place une boule dans le trou *K*, & on la fait tomber quand on veut.

La pince dont il s'agit ici est de métal; on peut la faire avec deux bandes de cuivre d'une bonne ligne d'épaisseur, placées de champ, afin que leur largeur porte sur la boule, & que les branches *M*, *M*, laissent plus de prise aux doigts; on y soudera deux petites pieces, que l'on percera pour recevoir les vis *I*, *I*; le ressort *L*, doit être d'acier ou de cuivre bien écrouï.

Aux deux bouts de la traverse mobile sont des troux quarrés, garnis par dedans d'une bande de drap collée sur le bois, pour rendre le mouvement de la piece plus juste & plus doux: *n*, *n*, sont des vis de pression avec lesquelles on l'arrête à la hauteur

qu'on veut. Pour empêcher que ces vis ne marquent les colonnes aux endroits où elles preſſent, on peut de leur côté prolonger les trous de deux lignes, & remplir ce vuide d'un petit quarré de bois dur, qui ſera collé contre le drap, afin qu'il ne puiſſe pas tomber de ſa place, & qui ſera libre d'ailleurs d'obéïr à la preſſion des vis, & de la tranſmetre par toute la largeur de ſa face.

Chaque colonne eſt diviſée par pouces dans toute ſa longueur, en y comprenant l'épaiſſeur du cadre ſur lequel elle eſt poſée, & la moulure dont elle eſt ornée par en bas, de ſorte que ſi ces deux épaiſſeurs priſes enſemble donnoient deux pouces $\frac{1}{2}$, on prendroit encore $\frac{1}{2}$ pouce ſur la colonne & l'on marqueroit cette premiere diviſion, du chiffre 3. On diviſe de même les deux faces de chaque colonne qui ſont paralléles à la longueur de la caiſſe; par ce moyen-là on voit commodément à quelle hauteur on arrête la traverſe mobile, & on le laiſſe voir en même-temps, aux perſonnes qui ſont placées par-devant pour voir l'expérience: ſi la

machine eſt peinte ou vernie en noir, il faudra mettre en blanc les faces à diviſer, afin que les traits & les chiffres s'y diſtinguent mieux.

Il y a dans la caiſſe un tiroir qui va d'un bout à l'autre, & dont le fond a ſept à huit lignes d'épaiſſeur : il eſt garni en dedans de deux baſſins ronds *P*, qu'on peut faire de ferblanc; ils ſont auſſi hauts que le tiroir eſt profond, & leur diametre eſt de deux lignes plus petit que ſa largeur. Autour du centre, on a ſoudé une virolle qui a un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, & qui eſt auſſi élevée que les bord du baſſin; elle eſt remplie par un morceau de bois tourné, qui eſt percé au milieu ainſi que le centre du baſſin, pour recevoir une vis à oreilles *Q q*, dont l'écrou eſt noyé dans l'épaiſſeur du fond du tiroir.

On remplit l'eſpace circulaire, qui eſt entre la virolle & le bord du baſſin avec de la terre glaiſe détrempée, mêlée à parties égales avec du ſablon, bien maniée afin qu'elle ſoit d'une conſiſtance uniforme, & aſſez molle pour être très-flexible, ſans cependant s'attacher aux corps qui la touchent ;

l'on prévient encore ce dernier effet, en la saupoudrant avec du sablon séché & tamisé.

Les deux bassins ainsi chargés sont placés de maniere, que le tiroir étant plus ou moins avancé dans la caisse, chacun d'eux successivement présente sous la chûte d'une boule partant de la pince, le milieu de l'espace qui est rempli de glaise; & afin que cela se fasse plus sûrement, on met la caisse de niveau en la calant avec ses vis; jusqu'à ce qu'un fil d'aplomb partant du centre du trou *K*, réponde précisément au point *r*. On a pour cela une petite masse *o*, de plomb ou de cuivre terminée en pointe par en bas, & suspendue à un fil qui passe par le centre d'une rondelle de bois *R*, qui entre juste & à feuillure dans le trou *K*, par la surface inférieure de la traverse mobile.

Tout étant ainsi disposé, s'il échappe une boule de la pince, elle tombera directement sur le point *r*, & y fera un enfoncement: & si l'on fait tourner le bassin d'une quantité suffisante, sur la vis qui est à son centre,

la même boule ou une autre, qui tombera de même, viendra faire son enfoncement à côté; & ces enfoncements pourront se mesurer & se comparer entr'eux, parce qu'ils sont produits par des corps réguliers.

Pour rendre ces comparaisons plus faciles, il est souvent à souhaiter de pouvoir varier les masses suivant des quantités connues, en laissant les volumes toujours les mêmes, & c'est à quoi l'on parviendra de la maniere suivante.

Faites un modele de bois *T*, qui soit un peu plus qu'un hemisphére de vingt lignes de diametre; & si vous avez dessein de faire trois boules, que le Fondeur vous fournisse six pieces en cuivre jaune.

Joignez ces pieces deux à deux, en faisant sur le bord extérieur de l'une, une vis (deux ou trois filets suffisent) & dans l'autre un écrou, prenant vos mesures de maniere que la jonction se trouve à l'équateur de la boule: arrondissez bien ces deux pieces ainsi jointes, & polissez-les, de sorte qu'étant finies extérieurement, elles forment une boule d'un

pouce $\frac{1}{2}$ de diametre en tout ſens.

Alors ſéparez les deux hemiſphéres, & les ayant remis ſur le tour l'un après l'autre, diminuez-les de matiere en les creuſant, juſqu'à ce que vous les ayez réduits au poids que vous voulez donner à votre boule. Si les deux pieces reſtant pleines faiſoient encore une boule trop légére, vous pourrez les creuſer & y couler du plomb, autant qu'il en faudra pour remplir vos vues.

Dans le cas où l'on ne pourroit pas ſe procurer les pieces de fonte dont je viens de parler, on pourroit y ſuppléer, en tournant des boules d'une ſeule piece avec du buis, & en les perçant enſuite pour y faire entrer une quantité de plomb convenable au rapport qu'on voudroit mettre entre les maſſes.

Premiere Expérience.

III. LEÇON. III. Section. Art. I. *Pl. II. Fig.* 4.

LE baquet ou l'auge dont on ſe ſert dans cette expérience a dix ſept pouces de longueur ſur ſix $\frac{1}{2}$ de largeur & cinq de profondeur, les meſures étant priſes en dedans. Cette piece eſt faite de planches aſſemblées;

elle est ornée de moulures en bas & en haut, & ces ornements sont tels qu'on veut les faire.

La largeur de cette auge est partagée en deux parties égales, par une cloison qui va d'un bout à l'autre; & l'une des deux destinée à contenir de l'eau, est doublée de plomb laminé, avec une virolle de cuivre qui traverse le fond, & dans laquelle est ajusté un bouchon de même métal, qu'on ôte quand on veut faire écouler l'eau.

La cloison, au milieu de sa longueur porte une double potence, dont les bras *A*, *A*, *Fig. 4. Pl. III.* sont formés d'une seule piece assemblée sur un montant *B*, qui est ouvert en fourchette par en bas, pour embrasser l'épaisseur de la cloison: les dimensions de cette piece se réglent sur celles de deux pendules de métal, qu'elle doit porter.

Chacun de ces pendules est composé d'une boule de cuivre ou de plomb, qui a neuf à dix lignes de diametre; & d'une verge de métal, d'un pied de longueur, & dont la largeur, qui est de deux ou trois li-

gnes, est dans le plan des oscillations que doit faire le pendule.

Il est convenable de faire cette verge avec du cuivre ; comme elle doit être souvent mouillée, elle seroit trop sujette à se rouiller, si on la faisoit avec du fer ; mais il faut empêcher qu'elle ne plie trop aisément à droit ou à gauche, ce qui feroit toucher la boule, ou au côté du baquet, ou à la cloison du milieu ; pour éviter ce mauvais effet, vers les deux tiers de sa longueur, cette verge se partage en deux branches, qui vont s'assembler dans un petit cylindre de deux pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, qui tourne entre une petite pointe fixée au montant de la double potence, & une vis pointue, qui traverse le fleuron *A*.

Ce qu'il y a d'essentiel dans cette machine, c'est que les deux pendules soient parfaitement de même longueur, & les boules de même grosseur ; & quand on fait l'expérience, il faut avoir l'attention de les élever toutes deux à la même hauteur, (ce que l'on fera aisément, en les faisant toucher au petit côté du baquet) ; &

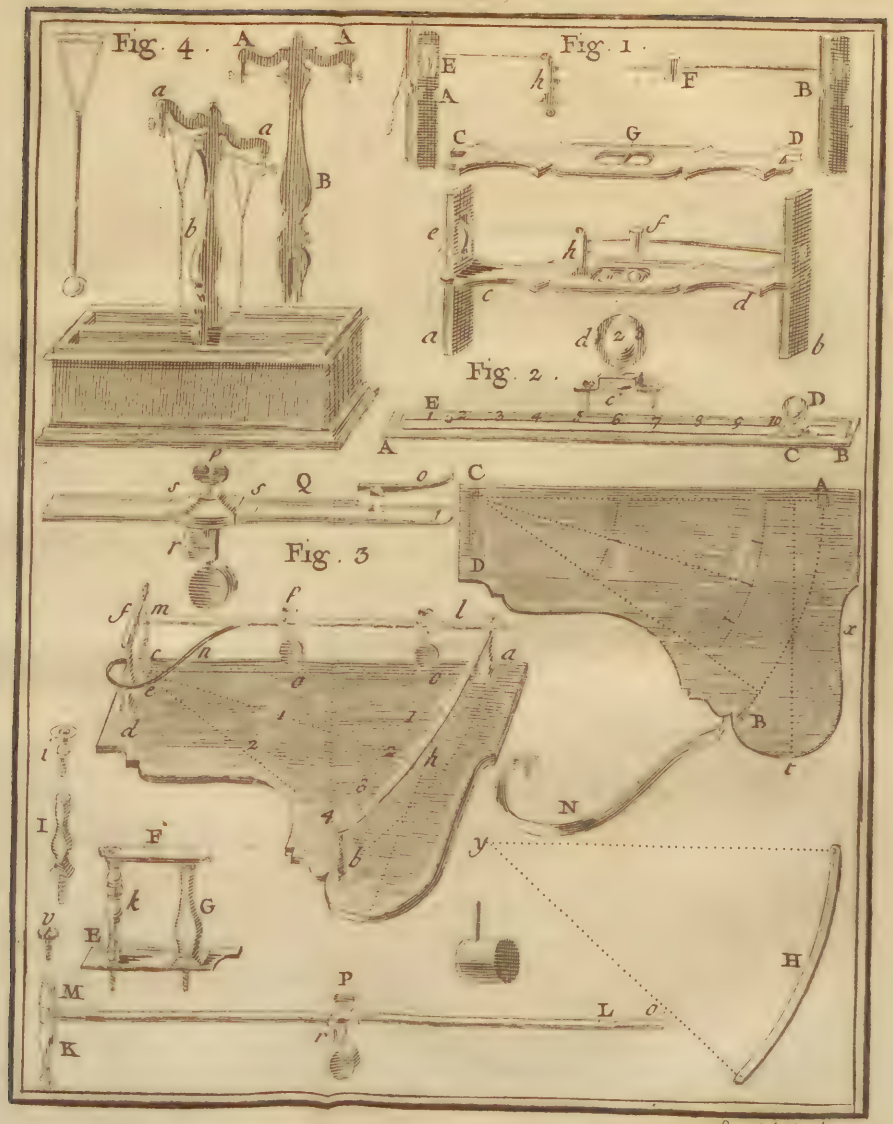


Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Bradel Sculp.

de les laisser aller aussi toutes les deux en même temps.

Seconde Expérience.

LE mouvement d'horlogerie dont on se sert dans cette expérience, a plus d'un usage : celui auquel il est principalement destiné, c'est à prouver la nécessité de l'air pour la propagation des sons ; ainsi je pourrois en différer la description, jusqu'à ce que j'en fois à celle des instrumens qui assortissent la machine pneumatique ; mais comme cette partie sera fort chargée, il n'y a point d'inconvénient d'anticiper sur elle dans cette occasion. III. Sect. *Pl. II. Fig.* 5. & 6.

Le rouage est compris entre deux platines rectangles de cuivre *H*, *I*, *Pl. IV. Fig.* 2. qui ont chacune quatre pouces de longueur sur deux pouces $\frac{1}{4}$ de largeur, assemblées parallélement entr'elles par quatre piliers de treize lignes de longueur, placés aux quatre coins & retenus avec des goupilles.

La premiere piece est un barillet *A*, de vingt lignes de diametre & de huit lignes de hauteur, qui contient un ressort de pendule, &

qui porte une roue de soixante & douze dents ; son axe traverse de part & d'autre les platines avec des portées, qui le contiennent dans sa place. On a formé sur la partie de cet axe qui excéde la platine *H*, un quarré qui porte une roue de neuf lignes de diametre, taillée en rochet, dont la denture répond à un levier à ressort ou cliquet, comme cela se pratique aux montres & aux pendules ; le rochet est retenu par une goupille qui traverse le quarré, & le bout de celui-ci qui excéde, reçoit une clef avec laquelle on monte le ressort du barillet.

La roue du barillet s'engrene dans un pignon de huit aîles, & fait tourner une roue *B*, qui a soixante dents ; celle-ci, s'engrenant dans un pignon semblable, mene une troisieme roue *C*, qui met en mouvement la vis sans fin *D*.

L'arbre de cette vis tourne entre deux coqs *E*, *f*, qui sont fixés à l'une des platines ; & après avoir traversé celui d'en haut, il reçoit un canon *G*, de cinq à six lignes de longueur, qui est fendu pour faire res-

fort, & fixé au milieu du volant *K L*.

Cette derniere piece eſt compoſée d'une traverſe qui a quinze lignes de longueur, & qui porte à ſes extrémités deux petites platines de cuivre fort minces de neuf lignes en quarré : elles ſont montées ſur des petites tiges rondes, qui doivent tourner avec frottement, afin de recevoir aiſément la ſituation qu'on voudra leur donner, & la garder en faiſant leurs révolutions. Pour cet effet, la traverſe *K L*, eſt formée de deux pieces l'une ſur l'autre, & qui ſont rivées enſemble ſur le canon *G* ; du reſte ces deux lames, qu'on a battues à froid, pour les rendre élaſtiques, tendent à ſe ſéparer ; elles ſont rappellées par les goupilles qui retiennent les tiges, & de la naît le frottement qu'on demande.

A huit lignes de diſtance du centre du barillet *A*, s'éléve une tige *M* fixée par un bout en dehors de la platine *I*, & portant par l'autre un timbre de vingt lignes de diametre, ou environ, à telle hauteur, que les aîles du volant *K L* puiſſent paſſer libre-

ment dessous ; & elle est courbée de maniere qu'elle ne le touche qu'au centre, & qu'elle fasse répondre cette partie, au milieu de l'espace qui est entre les deux platines, comme il est représenté par le profil de la machine.

A côté de la tige du timbre, & un peu plus près du centre du barillet, est fixée une cheville d'acier de sept à huit lignes de longueur, qui s'avance dans l'intérieur du rouage, & sur laquelle tourne librement un canon de cuivre, qui porte le marteau *N*. Audessus du canon, la tige du marteau n'est qu'un fil d'acier bien élastique, qui est courbé vers *N*, pour faire frapper la masse au milieu du timbre, ou pour mieux dire, afin que la masse fasse son excursion dans le diametre du timbre. Mais à l'endroit où cette tige joint le canon, il y a un renflement, & au-dessous une queue *o* taillée en virgule, par le moyen de laquelle la roue *B*, qui est garnie de douze chevilles, fait lever le marteau autant de fois, en faisant sa révolution.

Mais la tige du marteau ne peut pas

pas tourner ainſi, qu'elle ne faſſe plier un reſſort droit *p q*, qui eſt fixé à l'autre platine, & qui preſſe par ſon autre bout ſur le renflement & au-deſſus du canon; c'eſt pourquoi, dès que la virgule a échappé à la cheville de la roue *B*, le marteau en vertu du reſſort *p q*, va frapper le timbre, & s'en détache ſur le champ, parce que la virgule ſe meut entre deux petites chevilles, qui contiennent ſes excurſions dans une certaine étendue; la premiere ne permet point au reſſort *p q*, de faire aller la maſſe du marteau juſqu'au timbre, mais ſeulement à une petite diſtance de ſa ſurface; il ne parvient à le toucher, qu'en vertu du mouvement acquis, & de l'élaſticité de ſa tige, qui s'en détache auſſi-tôt.

Comme cette machine dans les différents uſages qu'on en fait, a ſouvent beſoin d'être arrêtée & remiſe en mouvement, il eſt néceſſaire qu'on y pratique une détente facile & commode, de façon qu'en la touchant avec la main, ou avec quelque inſtrument, on puiſſe la faire agir à volonté.

Pour cet effet, il y a un levier coudé *TV*, qui se meut en tournant sur une vis à repos (*a*) placée en *T*, & qui porte en dedans du rouage une petite palette au-dessous de l'endroit marqué *q*. Cette palette rencontre une cheville qui tient à la roue *B*, suspend son mouvement, & celui des autres roues avec lesquelles elle est engrénée : on conçoit bien qu'on leur rend le mouvement, en faisant tourner un peu le même levier *TV* en sens contraire, parce qu'alors la palette cesse d'arrêter la cheville.

Afin que cette machine demeure fixe, tandis qu'on pousse le levier d'un côté ou de l'autre, on l'attache sur une semele de plomb qui a cinq à six lignes d'épaisseur ; & pour empêcher que le son du timbre placé dans le vuide ne se communique au-dehors, par la platine de la machine pneumatique, on arrête le tout sur des coussinets, qu'on met aux deux

(*a*) On appelle vis *à repos* celle qui n'a des filets que sur une partie de sa longueur, & qui étant serrée autant qu'elle peut l'être, laisse un intervalle entre sa tête & la partie où est son écrou.

bouts, pour amortir le mouvement de vibration.

Dans l'expérience dont il s'agit ici, après avoir monté le reſſort, & arrêté le mouvement, vous placerez la machine pneumatique, de maniere que la branche *V* de la détente ſoit de dix-huit ou vingt lignes éloignée de l'axe du récipient; afin qu'elle puiſſe répondre à l'extrêmité de la pince ou levier horizontal attaché au bout de la tige de la boîte à cuirs. (*a*) Vous tournerez les aîles du volant *K L*, juſqu'à ce que leur largeur ſe trouve dans un même plan, comme on le voit dans la *Fig.* 2. Enſuite vous ferez le vuide le plus exactement que vous pourrez, ſans cependant qu'il ſoit néceſſaire de pouſſer l'évacuation de l'air juſqu'au ſcrupule: vous mettrez le rouage en jeu en faiſant tourner le levier *V*, & vous obſerverez la fréquence des coups du marteau ſur le timbre; après ſept à huit ſecondes

(*a*) En parlant de la machine pneumatique & des inſtrumens qui en dépendent, je dirai comment on prépare les boites à cuirs, & les différentes pieces qui s'ajuſtent au bout de leurs tiges.

de temps, vous ferez rentrer l'air dans le récipient ; pour observer une seconde fois le mouvement du marteau, qui vous paroîtra alors très-ralenti.

Quand le rouage sort de dessus la machine pneumatique où il y a des cuirs mouillés, il est à propos de le présenter au feu, pour dissiper l'humidité qu'il a pu y contracter.

Troisieme Expérience.

Pl. III. Les dimensions du double moulinet employé, dans cette expérience, sont arbitraires, pourvû qu'on observe entre les parties essentielles, les rapports que j'ai énoncés, & les conditions que j'ai prescrites ; cependant pour guider les personnes, qui ne voudroient qu'imiter, je vais donner les mesures de celui dont je me sers.

La tablette sur laquelle sont élevés les trois piliers, & qui sert de base à la machine, a quatre pouces de largeur sur quatorze de longueur ; son épaisseur est d'environ un pouce, & le bord est orné d'une moulure qui regne tout autour ; il la faut faire

d'un bois qui ne soit pas sujet à se tourmenter, ou bien il faut prendre la précaution d'emboëter les deux bouts.

Les centres des trois piliers sont à cinq pouces de distance l'un de l'autre, & ils y sont fixés par des tenons collés. Chacun d'eux à six pouces de hauteur & quinze lignes de diametre dans la partie la plus renflée. La tête de celui du milieu est garnie d'une virolle de cuivre, & les deux autres portent, à pareille hauteur, chacun une vis à oreilles, de cuivre, qui traverse le bois, & qui y fait elle-même son écrou.

Chaque moulinet est composé de quatre ailes de bois mince d'égal poids, & qui ont chacune quatorze lignes de largeur sur trois pouces de longueur, sans compter le tenon; elles se placent à égales distances l'une de l'autre sur le pourtour, & au milieu de la longueur du moyeu qui a quatorze à quinze lignes de grosseur en cet endroit-là, & qui s'étend d'un pilier à l'autre, ayant à ses extrêmités deux petites pointes de fer, saillantes d'une ligne, sur lesquelles il a été tourné:

ces pointes sont reçues d'une part dans la virolle de cuivre dont le pilier du milieu est garni, & à l'autre côté, par le bout de la vis, où l'on a pratiqué aussi un petit trou conique de sorte que chaque moyeu garni de ses aîles, peut tourner entre ces deux points d'autant plus librement que la vis est moins serrée.

A l'un de ces moulinets les aîles sont attachées à demeure, ayant toutes les quatre leur largeur dans des plans qui passent par l'axe du moyeu sans le couper. A l'autre, les aîles peuvent tourner sur leurs tenons, qui sont fendus pour faire ressort : au moyen de quoi on peut les placer comme les précédentes, ou mettre leur largeur dans un même plan, perpendiculaire à la longueur de l'axe.

Les deux moulinets reçoivent leur mouvement d'un seul & même ressort, qui est fait d'une lame de cuivre bien écrouïe, & qui peut être découpé & à jour, comme on le voit par la figure citée en marge ci-dessus. On peut aussi lui donner simplement la forme d'un T; car l'essentiel est qu'il ait par le haut

deux bras, afin qu'en se débandant, il pousse & fasse reculer les deux chevilles courbes *N*, *N*, qui tiennent aux moyeux. Mais quelque forme qu'on lui donne d'ailleurs, il faut qu'il tienne par enbas au pilier du milieu sur lequel on ménagera pour cela une partie plate. Il est nécessaire de plus, qu'il puisse se hausser & s'abaisser : ce mouvement lui est procuré, par deux petites rainures à jour, qui sont au-dessus & au-dessous du bouton *M*, & par lesquelles on fait entrer deux vis en bois à têtes plates, qui le retiennent contre le bois, en lui laissant la liberté de glisser de bas en haut ou en sens contraire.

Quand le ressort est détendu, il fait un angle avec la partie d'en-bas où sont les rainures, de sorte que son extrêmité supérieure, est écartée du pilier d'environ quinze à seize lignes. Lorsqu'on veut le tendre, on le presse d'une main pour l'approcher du pilier, & de l'autre main on pousse le bouton *M*, pour faire entrer la partie d'en-haut sous un mantonnet qui tient à la virolle de cuivre. Alors on fait tourner les moyeux jusqu'à ce que

les deux chevilles courbes *N*, *N*, reposent sur les deux bras du ressort ; qui se détend, & fait tourner les deux moulinets, dès qu'on appuie sur le bouton *M*, pour le faire descendre seulement d'une ligne.

Pour faire l'expérience à laquelle cette machine est destinée, on commence par mettre les aîles mobiles de l'un des moulinets, dans la même situation où sont fixées celles de l'autre : & l'on observe que l'impulsion du ressort, commune aux deux, leur fait faire à-peu-près un égal nombre de tours. Après cela, on tourne les quatre aîles mobiles de façon qu'en faisant leur révolution, elles ne présentent à l'air que leur épaisseur, qui est fort petite ; & l'on remarque que ce dernier moulinet, qui ne reçoit pas plus de mouvement que l'autre, se conserve bien plus long-temps, en tournant beaucoup plus vîte.

Il est presque inutile de dire, qu'avant l'expérience, il faut mettre une goutte d'huile aux pointes des moyeux, aux chevilles courbes, qui reçoivent l'impulsion, & au bord des rainures qui

qui frottent contre les têtes des vis, quand on abaisse le bouton *M*.

CETTE troisieme expérience se fait encore très-bien avec le mouvement d'horlogerie employé dans la seconde, & que j'ai décrit ci-dessus, *pag.* 85. car on verra que les coups de marteau sur le timbre sont bien plus fréquents, lorsque les aîles du volant se présentent de face en tournant, que quand elles se présentent par leur tranchant.

ON peut suppléer au défaut des deux dernieres machines, avec deux pendules d'égal poids, & d'égale longueur, dont les volumes seroient très-inégaux.

Que l'on prenne, par exemple, une boule de liége de deux pouces de diametre ou environ, & une balle de plomb, si elles pesent autant l'une que l'autre, les volumes seront très-différents; qu'on les suspende avec des fils menus, de maniere que du centre de chaque boule, au point de suspension les distances soient égales de part & d'autre. Si en les tirant de leur à plomb, on les éleve à des hauteurs égales, & qu'on les laisse aller en même temps, elles partiront avec des

quantités égales de mouvement : cependant on s'appercevra bien-tôt que les oscillations de la boule de liége deviennent plus lentes ou conservent moins d'amplitude, que celles de la boule de plomb.

On fera une boule de liége aussi grosse qu'on voudra, en collant les unes sur les autres des rondelles de cette écorce, & en arrondissant ensuite l'assemblage, avec une rape en bois. On augmentera aussi de beaucoup leur légéreté, si l'on veut, en évidant les rondelles avant de les coller ; toute matiere légere, qui peut être arrondie, ou qui l'est naturellement, sera également bonne.

Premiere Expérience.

III. Section. Art. 2. *Pl. III. Fig. 2.*

LA machine dont je me sers dans les expériences sur le frottement, & qui est représentée par la figure citée en marge, a souffert quelques changements, depuis qu'elle a été gravée ; ainsi la description que j'en vais faire, ne s'accordera pas en tout point avec celle qui se lit à la page 240. du Tome I. des *Leçons de Physique*. J'en préviens le Lecteur, afin qu'il ne cherche dans

la *Fig.* 9. que le nombre & la disposition des pieces qui sont toujours les mêmes.

La principale piece de cette machine est une roue de cuivre sans denture (*Pl. IV. Fig.* 3.) qui a près de quatre pouces de diametre, & deux lignes d'épaisseur. Elle est fixée sur un arbre d'acier, qui est représenté de demi-grandeur, & dans toutes ses proportions par *A B*: ces deux lettres avec *C*, *D*, désignent quatre parties cylindriques, mais, comme l'on voit, de différentes grosseurs; il faut qu'elles soient tournées bien rondes, & que les surfaces soient parfaitement polies, ce qui est compris entre *C* & *D*, est limé à huit pans égaux; *E* est une virolle de cuivre chassée à force; qui forme un renflement, pour recevoir le bout d'un ressort de montre *X x*, qui doit y être attaché avec une vis, & dont il sera fait mention ci-après: *F G*, est encore un virolle de cuivre fixée sur l'arbre, & dont la partie du milieu, qui est plus grosse que les deux autres, a une face droite qui sert de portée ou d'assiette à la roue. Cette roue ne doit être qu'ébauchée, quand

on la rive en *G* ; on l'achéve en faisant tourner l'arbre sur les deux pointes qui sont à ses extrêmités. Nous appellerons cette roue ainsi enarbrée, *le grand rouleau.*

H H, & *h h*, *Fig.* 4. sont deux supports de métal, qui doivent être attachés en face l'un de l'autre sur une platine de cuivre qui leur sert de base commune, comme *i i*, *Fig.* 3. pour porter une paire de rouleaux, c'est-à-dire, une paire de roues sans denture, très-minces, & très-légéres, de trois pouces deux lignes de diametre. Ces roues sont de cuivre ; leurs arbres sont d'acier avec des pivots fort menus, & les troux *H*, *H*, & *h*, *h*, dans lesquels ils tournent très-librement, sont à deux pouces quatre lignes de distance l'un de l'autre.

La longueur de chaque arbre entre ses pivots est d'un pouce, mais le rouleau n'est point placé au milieu ; & dans chaque paire il y en a un qui en approche moins que l'autre, afin qu'ils puissent tourner sans se toucher, laissant entr'eux un espace d'une bonne ligne ; celui des deux rouleaux qui est le plus près du montant *H*,

n'en eſt éloigné que de deux lignes.

Je dis que cela eſt ainſi dans chaque paire de rouleaux, parce qu'effectivement, il y en a deux paires tout à fait ſemblables entr'elles, & qui ſont attachées vis-à-vis l'une de l'autre avec des vis, ſur une tablette de bois *K L*, & à telle diſtance, que le grand rouleau étant placé comme on le voit dans l'enſemble à la lettre *Q*, ſon arbre ne touche point tout-à-fait par ſes extrêmités aux deux montans *H*, *H*.

Ces deux montans plus hauts que les autres portent, deux vis *M*, *m*, qui traverſent leur épaiſſeur à trois lignes au-deſſus de l'interſection des deux petits rouleaux : ces deux vis ſont percées ſuivant leur longueur, pour recevoir très-librement les deux bouts *A* & *B* de l'arbre du grand rouleau, quand on les fait avancer : de ſorte que ces deux parties cylindriques de l'arbre, qui ne doivent point avoir plus de $\frac{2}{3}$ de ligne de diametre peuvent, quand on le veut, entrer & tourner dans ces troux, ou bien ſe poſer ſur les interſections des deux paires de rouleaux, comme il eſt repréſenté

à la lettre *a* dans l'enſemble *Q*.

Sur la virolle *E*, eſt attaché comme je l'ai dit ci-deſſus, le bout d'un reſſort ſpiral *X*, ſemblable à celui qu'on met dans le barillet d'une montre, lequel après avoir fait deux révolutions & demie autour de cette partie de l'arbre, vient s'attacher par l'autre bout *x*, à une petite piece *g*, qui eſt fixée au montant *h*, & fendue pour le recevoir, avec une vis de preſſion pour l'arrêter; au moyen de quoi on peut le rendre plus ou moins roide en le faiſant gliſſer d'un côté ou de l'autre avant de ſerrer la vis: voyez l'enſemble à la lettre *Q*.

Pour mettre le grand rouleau en mouvement, ſoit quand il eſt porté par les vis *M*, *m*, ſoit quand on l'a poſé ſur les interſections des deux paires de rouleaux, il faut le faire tourner dans le ſens qui bande le reſſort, & le laiſſer aller; alors obéiſſant aux vibrations de la lame ſpirale, il tourne alternativement en deux ſens oppoſés, & cela dure un certain temps; mais pour être ſûr, que le mouvement qu'il a, ne lui vient que du reſſort, au lieu de le laiſſer échaper avec

la main, il vaut mieux se servir de la détente que je vais décrire.

n o, est un pilier de cuivre, qui porte un levier angulaire *p n r*, dont la branche verticale, est terminée en crochet : ce levier a en *n* un mouvement de compas, par le moyen duquel la partie *p*, peut s'avancer de quelques lignes, ou se reculer d'autant; quand on pousse l'autre branche de bas en haut, ou dans le sens contraire. Le tenon du pilier formé en vis traverse la tablette de bois *K L*, & s'arrête par-dessous avec un écrou : cette piece doit être placée tout auprès du grand rouleau, sans cependant qu'elle puisse gêner son mouvement, quand une fois on le lui a donné; & assez près de sa circonférence, pour que le crochet *p*, en s'avançant, puisse l'arrêter par l'extrémité d'un de ses quatre rayons, & le laisser échapper, quand on fera baisser la branche *r*.

Dans la partie opposée à celle où est placée la détente dont je viens de parler, & vis-à-vis la portion cylindrique de l'arbre comprise entre *d* & *g*, on a fixé par un tenon à vis & un

écrou, le portant *T*, dont la tête est traversée par une vis *S*. Sur cette vis sont enfilés & tournent très-librement deux leviers de cuivre écroui *v u*, représentés de demi-grandeur par la *Fig. 5*; on fait tourner ces leviers sur une vis, & non pas sur une broche lisse, afin que les pieces étant à la distance de quelques filets les unes des autres, ne puissent point s'approcher davantage ni se toucher; cette partie de chaque levier est formée en fourchette ou en croissant, par ce moyen on l'empêche de se porter ni à droite ni à gauche; & pour procurer aux deux ensemble, un parfait parallélisme, on a échancré les deux croissants l'un en dessus, l'autre en dessous.

Chacun de ces levier a une ligne d'épaisseur, & deux lignes de largeur sur toute sa longueur, & le portant les tient à telle hauteur, que quand l'arbre du grand rouleau est posé sur les intersections des petits, ces leviers en s'abaissant sur la partie *d g*, se trouvent dans une situation horizontale: ils sont tous deux d'égal poids, mais on peut les charger par leur extrémité, comme il est marqué dans la figure.

Par le moyen de la petite vis ?, qui avance & recule autant qu'on le veut, on peut soulever l'un des deux leviers, en la faisant passer dessous, & alors il ne touche plus l'arbre, & porte son poids sur l'autre levier.

La tablette de bois sur laquelle toute la machine est établie, peut être ronde ou octogone, & portée sur un pied à patte en forme de guéridon; mais si l'on est à portée des Sculpteurs, Doreurs, Vernisseurs, &c on pourra imiter celui qui est gravé dans les *Leçons de Physique*, ou enchérir dessus. Il en sera de même des supports de rouleaux, & des autres portans, que j'ai représentés comme étant faits à la lime, parce que cela peut s'exécuter presque par-tout; mais si l'on peut employer un Ciseleur, on rendra la machine plus élégante, en faisant fondre ces pieces sur des modeles de bois sculptés, & en les faisant mettre en couleur d'or, après qu'elles auront été reparées, & finies.

Pour la premiere expérience, vous commencerez donc, comme il est dit Tome premier des *Leçons de Physi-*

que, *page* 241, par placer les pivots *A* & *B* du grand rouleau dans les trous des vis *M*, *m*; puis ayant fait une marque à la circonférence vis-à-vis d'un des croisillons, vous lui ferez faire un tour dans le sens qui bande le ressort, & vous arrêterez le croisillon sous le crochet de la détente, que vous lâcherez ensuite; & vous compterez les vibrations du ressort, jusqu'à ce que le rouleau soit revenu au repos.

Après cela, vous placerez les deux pivots sur les intersections des rouleaux; vous remettrez le grand rouleau en mouvement, comme dans le cas précédent, & vous compterez encore les vibrations du ressort, jusqu'à ce que le mouvement soit entiérement cessé.

Dans ces deux premiers cas, vous ne chargerez point l'arbre avec les leviers *v u*; mais vous mettrez une petite goutte d'huile d'olives aux pivots des petits rouleaux, & point ailleurs.

POUR expliquer aux commençants en quoi consistent les frottements, comment ils différent entr'eux, pour-

quoi il font diminuer la vîteſſe du mobile, & ce qui fait que les uns y nuiſent plus que les autres, on peut ſe ſervir 1°. De deux tablettes de bois qui aient cinq à ſix pouces de longueur ſur trois de largeur ou à-peu-près, dont une face bien dreſſée au rabot ſoit enduite de quelques couches de blanc d'Eſpagne détrempé à la colle; cette peinture étant ſéche, ſi l'on fait frotter l'une contre l'autre les deux faces enduites, on en verra ſortir une pouſſiere blanche qui fera voir, que par le frottement les parties les plus ſaillantes ont été arrachées, ce qui ne peut ſe faire qu'aux dépens de la vîteſſe du mobile.

2°. On peut encore ſe munir d'une régle de cuivre, longue de neuf à dix pouces, large de ſix à ſept lignes, dont l'une des faces ſoit taillée pour s'engrener avec une roue dentée de méme métal, qui ait environ trois pouces de diametre, & dont l'axe terminé par deux pivots, tourne dans une fourchette de métal qu'on mene avec la main *Pl. V. Fig.* 1. Si l'on empéche la roue de tourner, & qu'étant appuyée par une partie de ſa cir-

conférence, on la tire d'un bout à l'autre de la régle dentée, comme on fait traîner sur un terrein pavé, celle d'une voiture qui est enrayée ; on remarquera que ce mouvement n'est point aisé, & que la roue ne fait que sauter d'un sillon à l'autre de la régle ; cela aidera à concevoir le frottement de la premiere espece, qui est l'application successive des mêmes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface, & qui exige que les parties engrenées, se plient, s'arrachent, ou que les corps qui se frottent s'écartent l'un de l'autre.

Mais si en promenant la roue d'un bout à l'autre de la régle dentée, on la laisse tourner librement, les dents de ces deux pieces, s'engreneront & se désengreneront successivement, & sans une résistance sensible ; ce qui donnera l'idée du frottement de la seconde espece, qui est l'application successive des différentes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface.

Seconde Expérience.

ON se sert dans cette expérience

de la même machine qui a servi pour la premiere ; en laissant l'arbre du grand rouleau posé sur les intersections des petits, on abaisse les deux leviers *v*, *u*, jusqu'à ce qu'ils reposent sur la partie *d g*, de l'arbre ; on souleve le premier en faisant avancer par-dessous la petite vis qui traverse le second ; alors celui-ci chargé du poids de l'autre, repose seul sur l'arbre : on tend le ressort, comme dans la premiere expérience ; on met le grand rouleau en mouvement, en faisant reculer la détente, & l'on compte les vibrations jusqu'à la fin.

Ensuite on recommence l'expérience, en faisant porter les deux leviers *v*, *u*, sur l'arbre du grand rouleau ; il ne faut pour cela que faire reculer la petite vis, qui soulevoit l'un des deux ; & l'on compte combien il se fait de vibrations : dans ce dernier cas, il y en a toujours moins que dans le premier, ce qui prouve que la quantité des surfaces doit entrer en compte dans l'estimation des frottements.

Il est à propos de faire voir que le frottement ralentit la vîtesse des

fluides comme celle des solides ; & que cet effet augmente aussi par la grandeur des surfaces : voici le moyen dont je me sers ordinairement pour le prouver.

A, *Pl. V. Fig.* 2. est une caisse de bois doublée de plomb laminé ; on la pourroit faire de ferblanc ou de toute autre matiere capable de contenir de l'eau : elle a en dedans un pied de longueur, cinq pouces de largeur, & six pouces de profondeur, au fond de cette caisse, & à un pouce $\frac{1}{2}$ de distance de l'un des grands côtés, sont soudés deux tuyaux cylindriques de laiton *B*, *C*, de deux pieds & demi de longueur, dont l'un a dix lignes & l'autre seulement cinq de diametre intérieurement. Tous deux sont ouverts de toute leur largeur par le bout qui tient à la caisse, & fermés en *D*, par une petite plaque circulaire de même métal, ayant au centre un petit trou rond bien ébarbé, d'une demi-ligne de diametre. La caisse étant posée sur le bord d'une table un peu haute, on la remplit avec de l'eau nette, qui descend par les tuyaux, & remonte en formant deux jets.

Ces jets ſont d'égale groſſeur, parce que l'eau qui les forme, paſſe par des trous de même grandeur ; mais on remarque 1°. Que ni l'un ni l'autre, ne monte auſſi haut que le réſervoir, ce qui vient en partie du frottement que l'eau éprouve dans les tuyaux. 2°. Celui du petit tuyau ſe tient toujours plus bas que l'autre, ce qui prouve inconteſtablement, que l'eau qui deſcend par ce tuyau, éprouve plus de frottement que celle qui tombe par l'autre ; & cela doit s'attribuer à ſa ſurface, qui eſt deux fois auſſi grande que celle du tuyau *C*, eû égard aux volumes d'eau qui ſont contenus dans l'un & dans l'autre. Car la ſurface intérieure du plus gros qui a dix lignes de diametre, n'eſt que double de celle du plus petit qui en a cinq, tandis que le volume d'eau qui le remplit, eſt quadruple.

Troiſieme Expérience.

Cette expérience ſe fait encore avec la même machine, qui a ſervi pour les deux premieres. Laiſſant toujours l'axe du grand rouleau poſé ſur

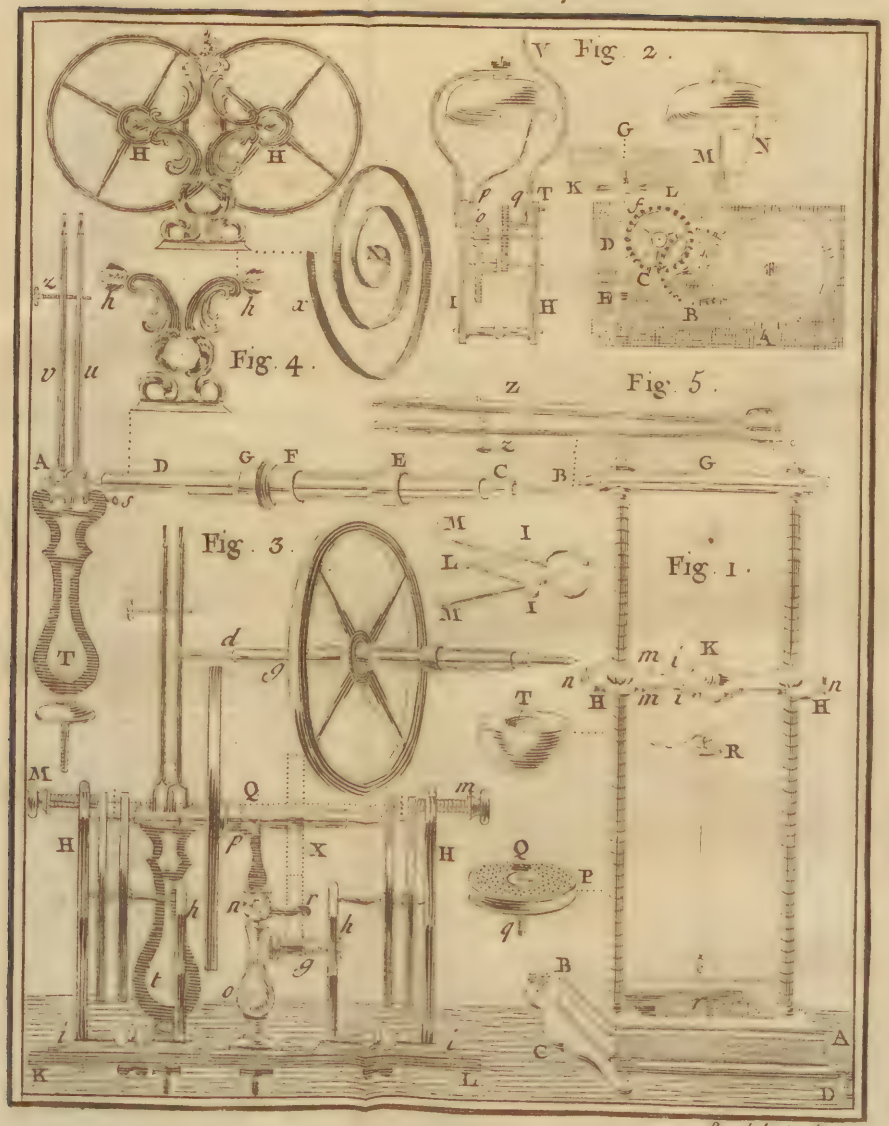
les interſections des petits, vous ne ferez d'abord porter que l'un des deux leviers ſur la partie *g d;* vous tendrez le reſſort, vous mettrez le grand rouleau en mouvement, & vous compterez les vibrations.

Enſuite, vous ferez porter les deux leviers enſemble ſur la partie *g d;* puis ayant tendu le reſſort, comme ci-devant, & mis le grand rouleau en mouvement, vous compterez encore les vibrations.

Dans le premier cas, le frottement ſe fait par une ſurface, & une preſſion qui eſt le poid du levier; dans le ſecond cas, il ſe fait par deux ſurfaces, & double preſſion; en comparant les deux réſultats, vous verrez que la double preſſion augmente d'avantage les effets du frottement que la double ſurface.

A la ſuite des expériences ſur les frottemens, on peut faire voir par l'exemple ſuivant, comment l'uſage des rouleaux facilite le mouvement des corps graves qu'on eſt obligé de traîner, en ſubſtituant le frottement de la ſeconde eſpece à celui de la premiere.

E F,



Bradel Sculp.

E F, *Pl. V. Fig. 3.* eſt une planche bien dreſſée & bien unie qui a trois pieds de longueur ſur cinq ou ſix pouces de largeur ; *H* eſt une piece de bois de chêne équarrie, longue de quatorze ou quinze pouces, & dont chaque face a environ deux pouces de largeur ; une ganſe de ſoie fort menue eſt attachée à cette piece, & va paſſer ſur une poulie élevée en *F*, ſur le bord de la planche ; elle eſt tirée par un poids *G*, garni d'un crochet.

On poſe d'abord la piece *H* à plat ſur la planche que l'on met de niveau ſur une table ; on attache au bout de la ganſe un poids tel qu'il le faut pour faire avancer la piece de bois ; enſuite on poſe la même piece ſur deux petits cylindres de cinq à ſix lignes de diametre, & l'on voit qu'un poids beaucoup moindre que le précédent ſuffit pour faire venir la piece *H* vers la poulie : la différence des poids indique celle des réſiſtances que produiſent ces deux eſpeces de frottements.

dur. Il faut choisir pour cela quelque endroit convenable dans un jardin ou dans la campagne : & l'on pourra simplifier beaucoup l'appareil en supprimant le quart de cercle & son pied ; car il n'est pas question de tirer sous un angle précis, il suffit qu'il ait vingt-cinq à trente degrés, ou même un peu plus.

Au lieu d'un baquet ou d'une baignoire pleine d'eau, servez-vous d'une caisse de sapin, semblable à celles qu'on fait pour les emballages ; qu'elle ait quatre pieds de long, dix-huit pouces de large & deux pieds de profondeur : laissez-la entiérement ouverte par en haut, & faites au fond d'en-bas plusieurs trous, comme pour passer le doigt. Descendez cette caisse dans un bassin, ou dans un courant qui n'ait pas beaucoup de rapidité, & fixez-la avec des pieux ou autrement, mais de maniere que son bord supérieur soit presque à fleur d'eau : servez vous de gaze, plûtôt que de papier, tant pour couvrir l'eau dans la partie moyenne de la caisse, que pour le chassis vertical *E*. Que la planche de sapin, qui doit recevoir

l'impreſſion de la balle, deſcende juſqu'au fond par une couliſſe qui la maintienne contre le petit côté de la caiſſe; & tracez-deſſus avec de la pierre noire, une ligne qui réponde juſte à la ſurface de l'eau.

Pour tirer la balle placez-vous ſur une ligne, qui paſſe par le milieu de la largeur de la caiſſe & parallélement à ſes deux côtés longs, comme *B C*, *Pl. V. Fig. 3.* élevez ſur cette ligne deux poteaux *F*, *G*, *Fig. 4.* ou ſi c'eſt dans un jardin amenez-y l'échelle roulante avec laquelle on émonde les arbres; fixez-y le canon de maniere qu'il ſoit pointé ſur le milieu C de la gaze qui couvre l'eau, & que vous verrez ſuffiſamment à travers le chaſſis élevé en *E*; ſi la culaſſe placée en *A*, eſt élevée de ſept à huit pieds au-deſſus du niveau de l'eau, & que la diſtance *B C*, ſoit de vingt pieds, vous tirerez ſous un angle qui aura environ vingt degrés, ce qui ſuffira pour faire réuſſir cette expérience, qui n'exige pas plus de préciſion.

Mais comme la balle ſe déforme en frappant l'eau, & qu'elle s'y en-

fonce quelquefois assez irrégulierement, pour rendre l'effet de la réfraction insensible ou douteux, ce n'est qu'après plusieurs coups qu'on en peut juger sûrement; c'est pourquoi le canon doit être attaché de maniere qu'on puisse l'ôter aisément pour le recharger, & le remettre de même; on se procurera cette commodité, en l'attachant à une piece de bois *H*, percée au bout qui répond à la culasse, pour entrer sur une broche de fer attachée au poteau le plus reculé, & portant une vis avec un écrou qui retient la piece de bois; & en faisant porter l'autre bout sur un mentonnet de fer ou de bois, qu'on arrête plus haut ou plus bas, suivant l'inclinaison qu'on veut donner au canon : voyez la *Fig.* 4, & supposez que les deux poteaux *F*, *G*, sont élevés verticalement sur la ligne *B C*.

Pour reconnoître l'effet de la réfraction, il faudra tracer sur un plan quelconque, la coupe de la caisse avec ses proportions, comme *g h i k*, & la ligne *E C* que vous donneront les centres des trous faits par la balle dans les gazes. Vous prolongerez cette

ligne jusques en *D*, où la balle devroit frapper, s'il n'y avoit point de réfraction ; si ayant retiré de l'eau la planche de sapin qui a reçu le coup, vous trouvez que de la ligne noire que vous y avez tracée pour marquer la surface de l'eau, au centre de l'impression faite par la balle, il y a une distance moindre que *g D*, ayant égard à l'épaisseur de la planche, vous serez sûr que la balle en entrant dans l'eau, s'est relevée vers la surface; & c'est tout ce qu'on peut attendre de cette expérience ; car ce seroit une affaire trop délicate, que de vouloir connoître par là, le rapport du sinus d'incidence *E k*, au sinus de réfraction *g x*.

Troisieme Expérience.

POUR tirer sous un angle de cinq degrés avec l'appareil dont j'ai fait mention dans l'expérience précédente, il faut de deux choses l'une, ou s'éloigner beaucoup de la caisse, ou placer le canon bien plus bas. Le dernier parti est celui qu'il faut prendre, pour conserver plus de vitesse à la balle, & pour la diriger plus faci-

IV. LEÇON. I. Sect. P. II. Fig. 4.

lement. Si la distance de *C* en *B* (*Fig.* 3.) est toujours de vingt pieds, il faudra que la culasse du canon placé en *L*, soit tout au plus de deux pieds au-dessus du niveau de l'eau, & tâcher que la balle passe un peu au-dessus du bord de la caisse en *k*, afin que le coup se porte plus haut dans la planche élevée en *g*.

On peut se passer de mettre une gaze sur la surface de l'eau ; il suffit qu'il y ait une marque qui indique le bord antérieur de la caisse : mais il est nécessaire de tirer avec de grosses balles ; si elles avoient moins de six lignes de diametre, elles pourroient bien entrer dans l'eau & ne point rejaillir.

Un des inconvénients qui nuisent le plus dans ces expériences, c'est que les effets sont petits, & que le plomb en perdant sa rondeur par le choc de l'eau, ne représente pas toujours une réfraction telle qu'on l'attend en comptant sur sa sphéricité ; on aura des effets plus marqués & plus constants, avec des boulets de fer quand on sera à portée de s'en servir : & si l'on en peut employer de différents calibres,

on verra de plus que les réfractions, toutes choſes égales d'ailleurs, ſont d'autant plus grandes, que les boulets ont plus de diametre : & que l'angle d'incidence qui ſeroit trop grand pour faire rejaillir un petit boulet de deſſus l'eau, ne le ſera point trop pour un plus gros.

Premiere Expérience.

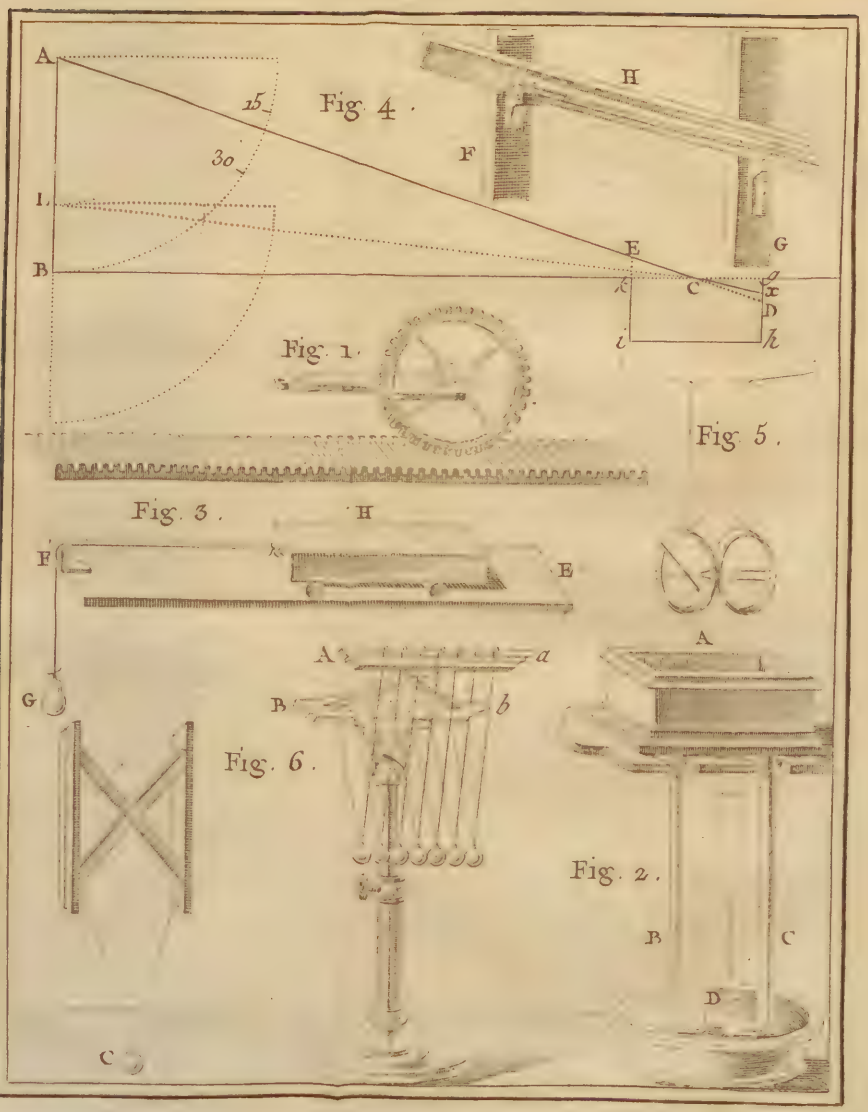
LA machine repréſentée par la figure citée en marge, & que le Lecteur doit avoir actuellement ſous ſes yeux, a pour baſe une planche longue de dix-huit pouces, large de ſix & de treize à quatorze lignes d'épaiſſeur : elle eſt ornée d'une moulure tout autour, & montée ſur trois vis en bois ou en cuivre, qui ſervent à la caler pour la mettre de niveau. IV. LEÇON II. Sect. V. Fig. 1

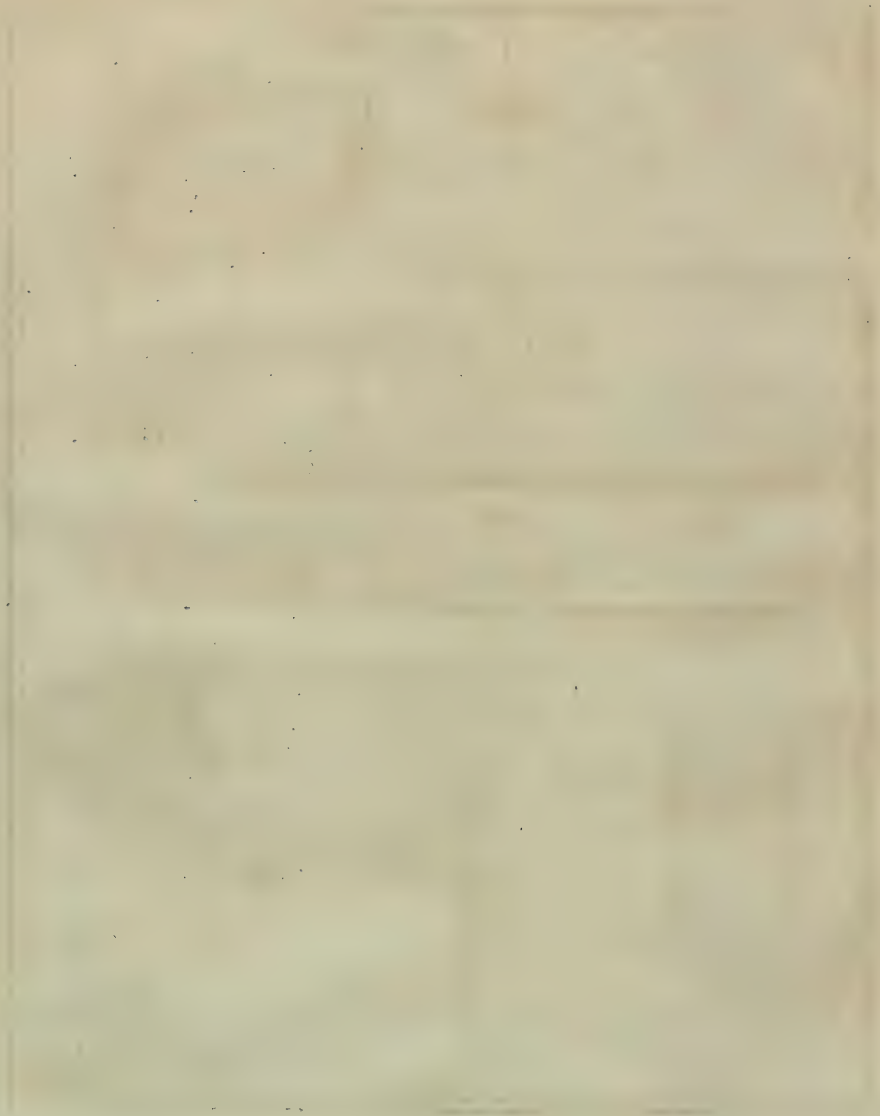
Sur un des bouts de cette planche, eſt élevée à angle droit une eſpece de potence, dont le montant eſt large de quatre pouces $\frac{1}{2}$ juſqu'à la hauteur de dix pouces, après quoi elle eſt réduite à deux pouces $\frac{1}{2}$, ainſi que celle du bras C qu'il porte, & qui eſt élevé de vingt-huit pouces au-deſſus de la baſe.

Sur un des côtés longs de cette baſe, & au défaut de la moulure, eſt élevé un chaſſis de dix pouces de hauteur, qui eſt joint auſſi au montant de la potence ; le bord de ce chaſſis par en haut eſt paralléle à celui d'en bas, juſqu'à la diſtance de ſix pouces, à compter du montant de la potence, après quoi il eſt arrondi juſqu'en *B*, d'un trait de compas dont le centre eſt en *A* : il peut être rempli, avec de la volige collée à plats joints, ſi l'on n'aime mieux le couvrir de toile ; mais il faut toujours qu'il ſoit peint en blanc, pour qu'on y puiſſe tracer des lignes noires.

En *A* eſt un trou qui reçoit l'axe de la cuvette *AB*, lequel eſt retenu par derriere avec une clavette ; en *B* eſt une agraffe qui embraſſe l'épaiſſeur du chaſſis, & qui porte une vis de preſſion, par le moyen de laquelle on arrête la cuvette à tel degrés d'inclinaiſon que l'on veut.

Le bras de la potence qui a onze pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, eſt creuſé en-deſſus pour recevoir une petite régle de bois taillée en queue d'aronde par ſes bords, & fendue en four-


A
15
30
I
B
Fig. 4.
H
F
E
G
C
D
Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 3.
H
F
E
G
A
a
B
b
Fig. 6.
C
A
B
C
D
Fig. 2.



chette sur une partie de sa longueur, au moyen de quoi elle glisse à frottement, & s'arrête d'elle-même où l'on veut ; cette petite régle porte le canon *C*, par où doit passer la balle d'yvoire; & afin que ce canon puisse aller & venir avec la régle, le bras de la potence qu'il traverse, est ouvert par une rainure à jour qui a trois ou quatre pouces de longueur, & autant de largeur qu'il en faut, pour permettre au canon de se mouvoir librement ; la balle doit avoir cinq à six lignes de diametre.

Deuxieme & troisieme Expérience. (*a*)

LA tablette de marbre qu'on met ici à la place de la cuvette de l'expérience précédente, est contenue dans un cadre de bois, au petit côté duquel est attaché le pivot ou l'axe sur lequel se fait le mouvement; & il porte de même une agraffe en *B*, pour l'arrêter dans la situation où l'on veut qu'il soit.

IV. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig.* 11.

Il faut choisir du marbre noir par

(*a*) Dans quelques éditions cette expérience est marquée *IV. expérience* ; c'est une faute d'impression.

préference à tout autre ; parce que la tache que fait la balle ſur le luiſant que l'huile lui a donné, s'y apperçoit mieux.

Suppoſez donc que vous ayez donné à la tablette de marbre l'inclinaiſon *A D* ; la baſe de la machine étant de niveau, vous ferez paſſer par l'axe du canon un fil d'aplomb, que vous ferez avancer ou reculer juſqu'à ce qu'il vous donne le point *E* à-peu-près au milieu de la longueur du marbre ; de ce point vous tracerez ſur le chaſſis, le demi-cercle *D F A* ; vous aurez par la ligne d'aplomb & la partie *E D* du marbre, l'angle d'incidence de votre balle d'yvoire, vous tirerez la ligne *E F*, qui vous donnera un pareil angle avec l'autre partie du marbre, & cette ligne *E F*, ſera celle que doit ſuivre la balle par ſon mouvemet réfléchi. S'il y a ſur le montant de la potence un enduit de cire molle ou de glaiſe à l'endroit où répond cette ligne, vous verrez en répétant l'expérience pluſieurs fois de ſuite, qu'il s'en faudra de peu que la balle ne tienne cette route ; je dis qu'il s'en faudra de peu, parce

qu'on ne doit point exiger qu'elle la suivre rigoureusement : cette balle doit donner quelque chose à sa pésanteur, dans le trajet qu'elle fait du point *E* jusqu'au montant où elle va frapper.

Si l'on ne veut point faire frapper la balle contre un enduit de terre ou de cire molle, on peut pratiquer au montant une piece à couliſſe *G*, qui soit creuſe, & qui préſente une ouverture dans laquelle cette balle puiſſe entrer & retomber par en bas.

Expériences ſur le choc des corps.

IV. I. LEÇON. III. Sect. *Pl. VII. Fig.* 17. & 20.

JE fais les expériences ſur le choc des corps ſuivant la méthode de M. Mariotte, c'eſt-à-dire que j'employe des corps ſphériques que je tiens ſuſpendus à des points fixes par des fils, & dont je meſure les degrés de vîteſſe, par l'arc qu'ils ont à décrire pour deſcendre à leur aplomb, quand je les en ai tirés. Mais j'ai cherché à rendre ſa machine plus commode & plus expéditive, ce qui m'a porté à y faire pluſieurs changemens, depuis qu'elle a été gravée pour la premiere édition du Tome I. des *Leçons de Phyſi-*

que ; je vais la décrire telle qu'elle eſt aujourd'hui dans mon école de Paris.

AB, *CD*, *Pl. VI. Fig.* 1. ſont deux pieces de bois d'un pouce & demi d'épaiſſeur, entaillées & croiſées l'une ſur l'autre, liées enſemble par quatre autres pieces *F*, *F*, *F*, *F*, plus minces, mais qui les affleurent par-devant, le tout chantourné comme dans la figure. Ce premier aſſemblage eſt ſurmonté d'une fleche, de même épaiſſeur que la piece *AB*, & terminée par une tête en forme de trefle. Cette fleche peut être d'une même piece avec le montant *AB*, ou ſi l'on veut, elle s'y joint par un emmanchement qui ſe fait au-deſſus de *B*, & qui donne la facilité de l'en ſéparer, en ôtant une vis de bois qui a ſon écrou par derriere.

Le montant *AB* eſt arrêté ſolidement ſur le bord d'un pied triangulaire dont le plan eſt repréſenté par la figure *a b* ; & il eſt appuyé par une conſole qui eſt derriere, comme on le peut voir par la *Fig.* 2. qui repréſente la machine vue de profil ; le pied a une parcloſe chantournée de cinq

pouces de hauteur, avec un tiroir par-devant, & de groſſes vis de bois aux trois angles pour le caler.

Comme preſque tout le poid de la machine eſt en avant, on fera bien de rappeller le centre de gravité vers le milieu du pied, en attachant en-deſſous quelques maſſes de plomb, le plus près qu'il ſera poſſible de l'angle oppoſé au montant *A*.

Quand aux dimenſions de toutes ces pieces, le Graveur a obſervé les proportions qu'elles ont entr'elles, il ſuffit de dire, que la hauteur d'*A* en *E*, eſt de ſept pieds; & d'ailleurs, ces proportions peuvent varier un peu ſans conſéquence.

La piece la plus eſſentielle de la machine, eſt celle dont le développement ſe trouve dans la *Fig.* 3. *G G* ou *g g*, eſt une planche de trois pieds de longueur, de huit à dix lignes d'épaiſſeur & large de quatre pouces $\frac{1}{2}$. Elle porte deux vis de bois *H*, *H* avec leur écrou, par le moyen deſquelles elle s'attache en *C D*, & couvre toute la partie qui eſt tracée avec des points.

Cette planche eſt aſſemblée avec

une autre *II* ou *ii*, par le moyen de trois gouſſets longs de trois pouces $\frac{1}{2}$ *L*, *L*, *L*, dont les tenons ſont collés de part & d'autre. Cette derniere, auſſi épaiſſe que la premiere, & ornée comme elle d'une moulure tout autour, n'a que trente-quatre pouces de longueur & deux pouces $\frac{1}{2}$ de largeur. Sa face antérieure eſt creuſée d'un bout à l'autre pour recevoir deux régles de bois comme *M*, qui déſafleurent d'un quart de ligne, & dont les bords ſont taillés en queue d'aronde, afin qu'elles ne puiſſent que gliſſer ſuivant leur longueur, ſans ſortir de la couliſſe qui les contient; & afin qu'elles gardent mieux la place qu'on leur fait prendre, quand on les fait avancer ou reculer, elles ſont refendues en fourchettes pour faire reſſort.

Sur ces deux régles (qui déſafleurent un peu comme je l'ai dit) & qui n'ont que quatorze lignes de largeur on en a collé deux autres un peu plus larges, qui les débordent d'environ deux lignes de chaque côté; mais en les collant on a eu l'attention de laiſſer une branche de chaque fourchette

libre, c'eſt-à-dire, ſans être collée, afin de lui conſerver le jeu de ſon reſſort.

Ces deux pieces ainſi préparées forment deux régles mobiles, qui peuvent s'avancer l'une vers l'autre juſqu'au milieu de la planche *II*, & s'écarter de même : chacune d'elle eſt diviſée ſur ſa longueur par pouces & par lignes, & porte à ſon extrêmité un petit bouton, ou quelque choſe d'équivalent, afin qu'on puiſſe la tirer aiſément.

Aux deux bouts de la planche *II*, ſont fixées deux brides de cuivre ou de fer poli, repréſentées de face en *K*, & de profil en *k*; qui embraſſent les régles dont je viens de parler, ſans gêner leur mouvement, & dont les tenons après avoir traverſé la planche, ſont retenus avec des goupilles. Ces deux ponts ou brides portent deux petits piliers ronds ou quarrés de métal *N*, *N*, qui ont dix-huit lignes de longueur, ſur quatre lignes de face : chacun d'eux eſt percé à jour de deux trous un peu plus longs que larges, & qui laiſſent entr'eux un intervalle de ſix à ſept lignes.

Quatre vis comme *o*, *o*, &c. de dix-huit lignes de longueur chacune, dont le diametre eſt égal à la hauteur de ces trous, mais qui ſont un peu applaties à la lime, ſur deux côtés pour s'accommoder à leur largeur, peuvent s'y mouvoir ſelon leur longueur, ſans cependant tourner avec l'écrou, qui les tire en s'appuyant contre la face extérieure du pilier.

Ces vis étant en place & avancées de toute leur longueur les unes vers les autres, ſervent à tendre parallélement entr'eux & aux deux régles de la planche *i i*, des fils de laiton de la groſſeur d'une épingle, qui s'y attachent par les deux bouts, au moyen d'un œil pratiqué à chacune d'elles: mais avant de les y arrêter, on enfile deſſus un curſeur *P*, fort léger, fait d'une lame de cuivre très-mince & terminée en pointe du côté des régles graduées; cette petite lame eſt pliée d'équerre, par les bords de ſa longueur; & dans ces deux parties repliées, ſont percés les trous par où paſſent très-librement les deux fils de laiton.

Le haut de la fleche *E* porte un bras de potence *Q*, *Fig.* 2. qui a quatorze pouces de longueur, chantourné par en haut, & droit par en bas; aux deux bouts de cette piece, on a fait deux entailles à un pied de distance l'une de l'autre, pour recevoir à angles droits deux verges de fer quarrées, qui s'y attachent avec des vis comme *R*, *R*.

Ces verges de fer n'ont que trois à quatres pouces de longueur & portent chacune deux boîtes de cuivre *S*, *S*, qui glissent dessus avec une vis de pression pour les arrêter, & par-dessous, un petit crochet qu'on place le plus près du bord qu'il est possible.

T est un portant formé d'une lame de cuivre mince battue à froid, longue de six pouces, & dont la largeur est réduite presque à une demi ligne, excepté au milieu de sa longueur & à ses extrêmités, où l'on en a réservé un peu plus, pour y pouvoir percer des trous : *V* est un fil de laiton formé en crochet par en bas, & terminé par en haut en vis, avec une portée. Cette vis passe à travers la lame

T, & eſt reçue par un autre fil de laiton *x*, qui lui ſert d'écrou, & dont le bout ſupérieur eſt fendu avec un anneau plat & coulant qui fait ſerrer les deux parties quand on veut; de ſorte que ces deux pieces ainſi jointes préſentent d'un côté un crochet, & de l'autre, une pince dans laqu'elle un gros fil de ſoie a peine à gliſſer. La longueur de la partie *T* eſt de trois pouces; le reſte de part & d'autre eſt plié à angle droit, & les deux trous qui ſont aux extrêmités doivent ſe regarder, ainſi que la fente qui forme la pince *x*.

Pour ſuſpendre les boules, on prend un gros fil de ſoie bien uni, ou une ganſe très-fine, que l'on attache par un bout à l'un des crochets *s* à l'extrêmité du bras Q. Enſuite on fait paſſer le fil par les trous du portant que je viens de décrire, de là ſur l'autre crochet *s*, du même côté que le précédent: on amene le bout à une cheville *y* qui eſt au bas de la fleche, & ſur laquelle il s'arrête & s'enveloppe autant qu'il eſt néceſſaire.

Cette maniere de ſuſpendre les boules eſt commode pour contenir leurs

oscillations dans un même plan, ou, ce qui est la même chose, pour empêcher que la partie *V* du portant ne frotte contre les fils paralléles de métal de la piece *i i* entre lesquels elle se meut. On a aussi l'avantage en tournant la cheville *Y* de faire monter & descendre les boules à volonté, pour remettre leurs centres dans la même ligne, quand les diametres ne sont plus les mêmes. Enfin les deux branches du portant par où passe le fil de suspension, empêchent que les deux parties descendantes ne se tortillent, ce qui ne manqueroit pas d'arriver si elles formoient un angle fort aigu à la boule, & ce fil serré en *x* par la petite pince, contient la piece *V x*, & la boule qui est au bout, dans une situation verticale.

Dans les expériences sur le choc des corps, on employe des masses de figure sphérique, afin qu'il soit plus aisé de les faire choquer dans la ligne des centres; ces boules sont censées ou n'avoir point de ressort, ou en avoir un qui soit parfait; aucune matiere connue ne peut satis-

faire à ces deux conditions, à parler rigoureusement; mais il y en a qui ont si peu de ressort, qu'il n'est pas sensible, & d'autres sont tellement élastiques, qu'elles produisent à très-peu-près ce que la théorie annonce.

Pour faire des boules sans ressort, vous détremperez de la terre glaise avec un peu d'eau commune, & vous la manierez jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de grumeaux : vous pourrez même la faire passer par une grosse toile peu serrée pour être plus sûr qu'elle ne contient ni gravier, ni pierres, ni autre corps étranger. Vous la mêlerez ensuite à parties égales, avec du sablon passé au tamis, & vous lui ferez prendre la consistance d'une pâte très-flexible, mais qui ne s'attache plus aux doigts. Vous en formerez des boules *Z*, de quatre & de huit onces, y compris le poids d'un petit bouchon de liége que vous enfermerez au centre, & d'où part un fil de laiton, terminé par une petite boucle, qui doit excéder un peu la surface de la boule, pour l'accrocher au portant *V*.

Ces boules pourroient se faire dans

des moules qui s'ouvriroient en trois pieces : leur figure en ſeroit plus régulieres ; mais il eſt plus eſſentiel que leurs poids ſoient égaux, ou dans des rapports exacts, qu'on puiſſe comparer aiſément ; & l'on auroit peine à concilier cette condition, avec des volumes invariables, & une matiere que plus ou moins d'humidité, ou quelque variation dans le mêlange, feroit ſouvent changer de denſité. Il eſt donc plus à propos de les arrondir à la main, & l'expérience m'a fait voir, qu'avec un peu d'attention & d'adreſſe, on en vient aiſément à bout.

Si l'on ne fait pas ſervir ces boules, auſſi-tôt qu'on les a préparées, il faut les garder dans un linge doublé ou triplé, qui ait été mouillé, & que l'on ait preſſé, pour n'y laiſſer que de la moiteur ; on fera bien auſſi de vérifier de nouveau leur poids, s'il s'eſt paſſé un temps conſidérable comme un jour ou deux, depuis qu'elles ont été peſées.

On ſe procurera des boules élaſtiques en prenant des billes d'yvoire bien aſſorties, chez un Tabletier, ou

en les tournant soi-même, si on le sçait faire : il faut que l'yvoire ait eu le temps de sécher avant qu'on finisse les boules, de peur qu'il n'arrive quelque changement aux rapports de leurs poids ; on fera bien de les ébaucher trois semaines ou un mois avant de les finir : on percera à chacune d'elles, un petit trou de trois à quatre lignes de profondeur, dans lequel on chassera à force un fil de métal gros comme une épingle, dont le bout excédent sera tourné en forme de boucle, avec une pince ronde.

Tout étant donc préparé comme je viens de l'expliquer, voici comment vous procéderez pour mettre la machine en usage : ayant attaché la piece *g g* en *C D*, par les deux vis *H H*, & suspendu une boule comme *s s* de chaque côté du bras de potence Q, ayant soin que la tige *v* du portant se trouve entre les deux fils parallèles de la piece *i i*, vous tournerez les chevilles *Y Y*, jusqu'à ce que les deux boules aient leurs centres dans une même ligne horizontale ; & lorsque la tige *v* vous paroîtra bien verticale, vous arrêterez le fil en *x* en serrant

ſerrant la pince : après cela vous ferez avancer ou reculer les quatre boîtes *s*, *s*, &c. juſqu'à ce que les deux boules commencent à ſe toucher, comme dans la *Fig.* 4. Vous calerez le pied par le moyen de ſes trois vis, juſqu'à ce que l'endroit où ſe joignent les deux régles mobiles, ſe trouve vis-à-vis de celui où les boules ſe touchent, & que les tiges *v*, & ſa pareille, ſe trouvent au milieu de l'eſpace compris entre les deux fils de laiton *nn*.

Cela étant fait, tirez de part & d'autre les deux régles mobiles, juſqu'à ce que le bout de chacune d'elles où eſt marqué *o* ſe trouve vis-à-vis de la tige *v* qui repréſente le centre de la boule par ſa direction : mettez la pointe du curſeur *P* un peu en deçà du chiffre, où vous prévoyez que doit aller le centre de la boule, quand elle aura été choquée ; tirez-la boule qui doit donner le choc, juſqu'à ce que la tige *v* ſoit vis-à-vis du chiffre d'où elle doit partir, & laiſſez-la ſortir d'entre vos deux doigts ſans la pouſſer ni d'un côté ni d'un autre, afin quelle n'aille

point frotter contre les fils de laiton. La boule choquée, à la fin de son mouvement, rencontrera le curseur & lui fera marquer sur la régle graduée, le trajet qu'elle aura fait.

On voit que les deux régles mobiles qui sont graduées en pouces & en lignes, servent à compter les degrés de vîtesses du corps choquant & du corps choqué; il eut été sans doute plus exact, que cette graduation en parties égales, fût faite sur un limbe circulaire dont le centre eût été à la hauteur de *s s*: mais ces régles étant droites, il est plus aisé de les rendre mobiles, que si elles étoient courbes; & quand le rayon a quatre pieds de longueur, & que les boules font peu de trajet, comme dans cette machine, il importe peu que les degrés soient marqués sur l'arc ou sur la corde.

Il y a des cas où l'on fait mouvoir les deux boules du même sens, avec des vîtesses inégales: alors si l'on éleve les boules de gauche à droite, par exemple, on comptera les degrés de vîtesse, par les chiffres de la régle qui est à droite, sans addition pour la

boule de la droite ; mais pour la boule de la gauche, il faudra tenir compte de l'intervalle qui sépare les deux régles, car son aplomb est à l'extrêmité de la régle à gauche ; si les boules sont de deux pouces de diametre, cet intervalle, est de deux pouces ; si vous comptez donner quatre degrés de vîtesse à la boule à gauche, il suffira donc de l'élever au chiffre 2. de la régle à droite.

POUR faire entendre, comment deux corps élastiques qui se choquent, prennent par leur réaction des mouvemens contraires à ceux qu'ils avoient, ayez deux anneaux plats, de trois à quatre pouces de diametre, faits avec du ressort de pendule, ou avec des lames de laiton bien écrouies ; percez-les sur leur largeur de deux trous à côté l'un de l'autre & diamétralement opposés à deux autres semblables. Suspendez ces deux anneaux avec des fils paralléles, comme dans la *Fig. 9. Pl. V.* liez-les ensemble avec un fil qui aille & revienne par les trous dont je viens de parler, & serrez-les pour leur faire prendre une figure un peu ovale, en

tordant le fil avec un bout d'allumette passé en travers ; dès qu'ils seront ainsi préparés, si avec une petite bougie ou autrement, vous brûlez le fil dans l'autre anneau, où il n'est point tors, on les verra se séparer, & s'élancer en sens contraires l'un de l'autre.

COMME la communication du mouvement par les corps à ressort, se fait avec une promptitude inexprimable, il est bon d'en mettre des exemples sous les yeux des commençants, afin qu'ils en soient prévenus de bonne heure, & qu'ils en goûtent mieux les raisonnements qui rouleroient sur de pareilles suppositions : voici comment on peut s'y prendre pour prouver cette vérité.

A a, *B b*, *Fig.* 10. *Pl. V.* sont deux pieces de bois d'un pied de longueur, larges d'un pouce & demi, & d'environ huit lignes d'épaisseur, assemblées parallélement entr'elles, & à huit pouces de distance l'une de l'autre, par deux traverses croisées, le tout porté par un support qui a cinq pieds de hauteur, & dont la tige est emmanchée dans la piece *B b*.

Cette même piece porte à son bord inférieur sept petits crochets à dix-huit lignes de distance les uns des autres, & vis-à-vis de ces crochets, au bord inférieur de la piece *A a*, sont autant de petits trous, avec une cheville tournante à côté de chacun d'eux; un fil de soie, attaché par un bout au premier crochet, va passer par le premier trou de la piece *A a*, & s'enveloppe sur la cheville la plus prochaine; une bille d'yvoire d'un pouce & demi de diametre, s'accroche à ce fil, qu'on lâche jusqu'à ce qu'elle soit descendue de dix-huit à vingt pouces, comme C. On en suspend ainsi sept qui se touchent, & dont les centres se mettent dans une même ligne horizontale, par le moyen des chevilles qu'on tourne d'un côté ou d'un autre pour régler les hauteurs, & en faisant faire aux fils des angles semblables.

Dès que la premiere boule, tirée de son aplomb & abandonnée à elle-même, vient frapper la deuxieme, dans l'instant même on voit la derniere se détacher de la pénultieme, & s'avancer avec une vîtesse égale sensiblement,

à celle qu'on a donné à la boule choquante.

Au lieu de choquer la deuxieme avec la premiere comme ci-devant, ſi l'on éleve les deux premieres enſemble pour choquer la troiſieme, les deux dernieres ſe détachent enſemble & ſe portent en avant; & ſi l'on fait le choc avec trois, les trois dernieres ſe mettent en mouvement, & la quatrieme n'en fait aucun.

DANS les expériences ſur le choc des corps avec des billes d'yvoire ſuſpendues, quand les maſſes ſont égales, on voit toujours celle qui a été choquée étant en repos, partir avec toute la vîteſſe de celle qui l'a frappée, & celle-ci demeurer immobile après le choc: cela eſt bien différent ſur un billard; ordinairement la bille qu'on envoye contre celle qui eſt en repos, continue de ſe mouvoir après le choc. On rend raiſon de cette différence, en obſervant que dans ce dernier cas, la bille qui doit choquer eſt tranſportée par un mouvement de rotation, qui ſubſiſte après le choc, & qui la fait néceſſairement avancer. En faveur des perſonnes qui

auroient peine à goûter cette raiſon, on fera voir avec la machine ſuivante, qu'un corps rond, qui tourne & qui n'eſt point retenu d'ailleurs, ne peut pas poſer ſur un plan, ſans avancer ſuivant le ſens de ſa révolution.

A B, *Pl. VII. Fig.* 1. eſt une tablette de deux pieds de longueur ſur ſix pouces de large, montée ſur une petite parcloſe chantournée ; ſur l'un des deux bouts s'élevent deux oreilles *C c* ; une autre planche *E e*, de deux pouces moins large que la précédente, couverte d'une bande de drap verd, & garnie tout autour d'un rebord qui a un demi-pouce de hauteur, ſe meut par une de ſes extrêmités ſur deux tourillons, entre les deux oreilles *C c*, laiſſant un intervalle d'un pouce entr'elle & la tablette *A B*. Vers l'autre bout de celle-ci ſont deux montans plats *G G*, dont chacun eſt garni par en haut, d'une platine de laiton mince & échancrée en équerre, comme on le peut voir par la figure.

h eſt une molette de quelque bois dur & peſant, qui a trois pouces de

diametre & quinze lignes d'épaisseur : son axe, qui est aussi de bois dur, a trois pouces de longueur & quatre lignes de diametre, il est terminé par deux pivots d'acier fort menus, de quelques lignes de longueur.

Ces deux pivots entrent bien librement dans les échancrures des platines de cuivre dont les montans sont garnis. Voyez en *g g H*, le profil de cet assemblage : *f* est le bout de la planche *e*, qui est abaissé sur celui de la tablette *A B*, & qui y est retenu par un tourniquet ; mais il est poussé de bas en haut par une lame de ressort qui est dessous, de sorte que quand on le laisse libre, il s'éleve promptement, & ne monte cependant que d'un demi-pouce ou environ, parce qu'aux deux montants *g*, *g*, on a attaché deux petites chevilles *i*, *i*, qui l'en empêchent. En arrivant à cette hauteur, il souleve la molette, & fait sortir les pivots des échancrures où ils sont entrés.

Sur l'une des deux parties de l'axe, qui sont entre les pivots & la molette, on enveloppe un gros fil de soie ou une ganse fort menue, qui fait

cinq

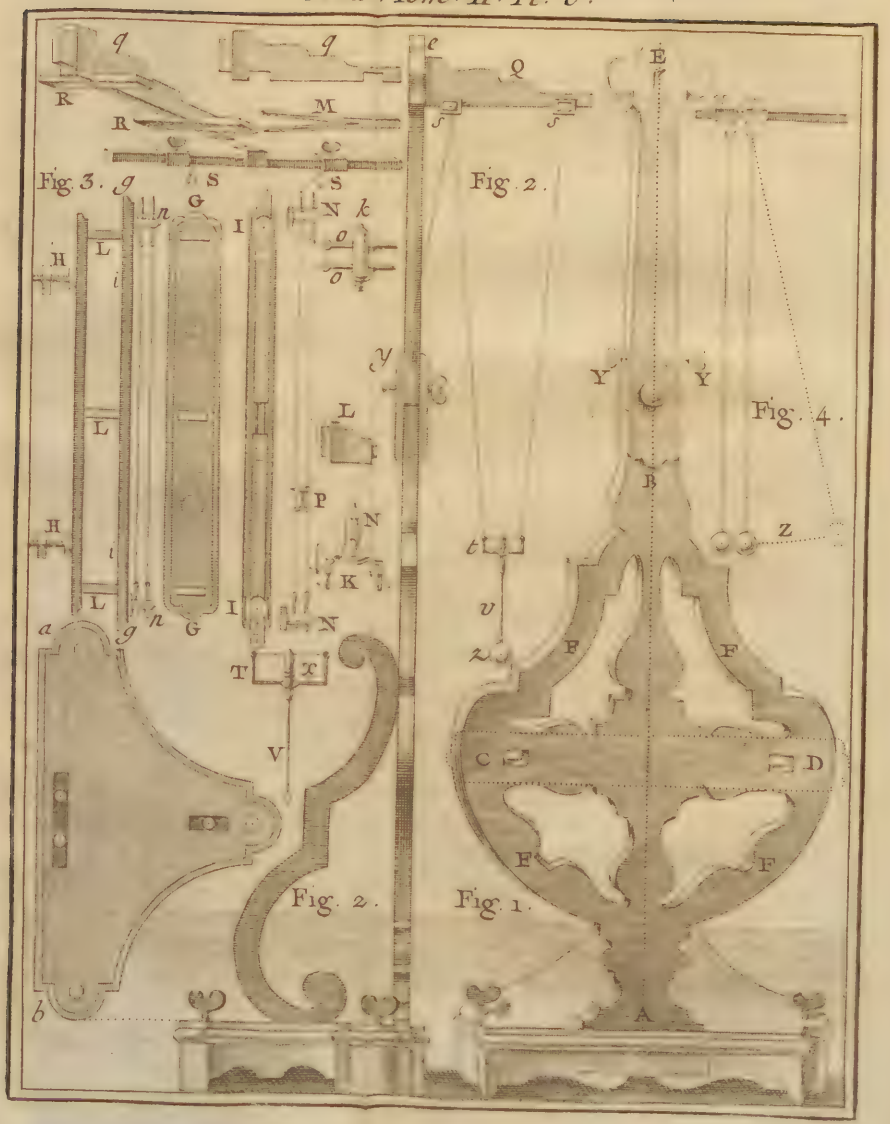


Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 1.
q
R
M
S
N
k
o
H
L
i
G
n
I
g
P
K
T
V
a
b
c
Q
f
E
Y
Z
B
v
z
F
C
D
A

cinq ou six tours, & dont le bout n'est point arrêté : on enveloppe ce fil de maniere, qu'en le tirant rapidement, il fasse tourner de même la molette dans le sens des letres *e d G*; & afin que ce mouvement soit libre & se conserve mieux, on met une goutte d'huile dans les échancrures, où se posent les pivots.

Tandis que la molette tourne ainsi sur son axe, si on lâche le tourniquet, le bout de la planche *e* s'éléve en vertu du ressort qui le pousse, jusqu'aux chevilles *i*, *i*, comme je l'ai dit; il fait sortir les pivots hors des échancrures, & l'on voit aussitôt la molette courir en roulant vers E, quoiqu'il y ait un peu à monter.

AVIS

Concernant la CINQUIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

LA préparation de cette expérience est si simple, que l'inspection seule de la figure citée en marge, suffi-

V. LEÇON. I. Sect. *Pl.* II. *Fig.* 7.

ra à quiconque voudra l'exécuter. J'ajouterai seulement qu'il faut diminuer les frottemens le plus qu'il sera possible ; 1°. en tenant le mobile *C* très-léger, & en le faisant un peu convexe en-dessous, afin qu'il ne traîne que sur un point de sa surface : 2°. en faisant les poulies *A*, *B*, avec des axes de fer ou d'acier, qui tournent dans des chapes de métal, sur des pivots très-menus, auxquels on aura soin de mettre une goutte d'huile avant l'expérience. Il faut encore placer ces poulies de maniere, que la petite ganse de soie qui va de l'une à l'autre, & aux deux bouts de laquelle sont attachés les poids, se trouve élevée d'une bonne ligne au-dessus de la table, ce qui diminuera encore le frottement du mobile *C*.

Au lieu d'une table ronde, on peut pour plus de simplicité, employer une regle de bois un peu épaisse & bien unie, aux deux extrêmités de laquelle on placera les deux poulies *A*, *B*, & qu'on établira de niveau sur quelque support, à la hauteur de quatre ou cinq pieds, en mettant la face de la regle dans un plan

horizontal. Si l'on prend ce parti, l'on fera bien de donner à cette regle, trois ou quatre pieds de longueur, afin que dans les cas où l'on voudra que le mobile *C*, soit emporté par une force plus grande en *E* qu'en *D*, le poids partant du point *E* faſſe une plus grande chûte, & marque davantage ſur la terre molle qu'on placera deſſous. Ces poids doivent être des boules égales en diametre, & de la même matiere, (d'yvoire par exemple ou de cuivre); & ſi l'on en met deux d'un côté pour emporter le mobile *C*, on les attachera l'une au-deſſus de l'autre, afin qu'on puiſſe reconnoître que l'enfoncement fait dans la terre molle, en pareil cas, n'eſt pas plus grand que celui qui ſe fait par une ſeule de ces boules, ſi elle tombe librement; c'eſt-à-dire, ſans être contrebalancée par une force contraire. Il faut que ces boules peſent environ deux onces chacune, afin que les effets ſoient plus ſenſibles; & la terre doit être préparée, comme celle des expériences ſur le choc des corps, dont j'ai parlé ci-deſſus, *page* 134.

Seconde Expérience.

V. LEÇON. I. Sect. *Pl. II. Fig. 8.*

LA poulie *G*, dont il eſt fait mention dans la *préparation* de cette expérience, n'eſt point une ſimple poulie, c'eſt une double bobine *K L*, *Pl. VII. Fig.* 2. qui tourne ſur deux pivots dans un petit chaſſis de cuivre: ce chaſſis gliſſe ſur deux fils de fer ou d'acier tendus parallélement entre deux piliers de cuivre *H*, *M*, fixés à la tablette verticale, qui peut être chantournée, & élevée ſur une baſe, comme on le voit à la lettre *N*. Les deux piliers, pour être plus ſolides, doivent avoir des tenons à vis, qui s'arrêtent par-derriere avec des écrous; & les fils d'acier, pour être tendus plus commodément, doivent avoir une tête à l'une de leurs extrêmités, & à l'autre, une vis avec un petit écrou, qu'on fait tourner par le moyen d'une pince.

Sur la partie *K* de la double bobine eſt enveloppé un fil de ſoie qui eſt arrêté au pilier *H*, de ſorte que quand on tire le chaſſis, avec un autre fil ſemblable, qui traverſe le pilier *M*, la bobine tourne de gauche à droite,

& fait monter le petit poids *F*, par un fil qui s'enveloppe sur la partie *L*, ce qui se comprendra aisément si l'on jette les yeux sur la figure *K L F*, qui représente la double bobine vue de face.

Pour que le poids *F* décrive sur la tablette verticale *N*, la diagonale *f i*, lorsqu'on tire le chassis & sa bobine d'un pilier à l'autre, il faut avoir soin que le diametre de la partie *L* soit à celui de la partie *K*, dans le même rapport que *f g*, est à *g i*.

Cette machine n'est assujettie d'ailleurs à aucune mesure précise; chacun peut en varier les dimensions & la figure suivant son goût; celle dont je me sers est de telle grandeur, que le parallélogramme *g i o f*, qui est tracé dessus, à quinze pouces de longueur sur dix de hauteur: comme la tablette a beaucoup de largeur, les planches qui la composent sont mises debout, assemblées à plat joints & collées, avec une large emboîture par en haut qui fait toute la partie *h m*.

On peut faire la même expérience d'une autre maniere avec la machine que je vais décrire. *A B C D*,

Fig. 3. eſt une tablette de bois mince qui a quinze pouces de long ſur dix de large : elle eſt entourée d'un cadre dont le bord intérieur eſt épais d'environ ſix lignes. *E F*, *G H*, ſont deux regles paralleles de bois, de la même épaiſſeur que le cadre, & attachées comme lui ſur le fond. *E F* laiſſe entr'elle & le côté du cadre qui lui eſt parallele, un pouce d'eſpace, & elle eſt recouverte d'une lame de laiton taillée en cremaillére ; *G H*, ne laiſſe qu'un demi-pouce d'eſpace entr'elle & le cadre ; elle eſt taillée en biſeau par-deſſous, ainſi que le côté du cadre qui lui eſt parallele ; le petit côté *A D*, s'enléve quand on veut, pour laiſſer paſſer la regle mobile *I K* dont je vais parler.

Cette piece vûe de profil en *l m*. eſt faite de bois mince ; elle a une rainure à jour qui s'étend depuis le côté *C D* du cadre juſqu'à la regle qui eſt couverte par la cremaillere. Vers le bout *I*, elle porte en deſſous une roue dentée *N*, qui tourne entr'elle, & une platine de cuivre un peu plus large : l'axe de cette roue, après avoir traverſé l'épaiſſeur de la regle, exce-

de de huit à dix lignes, & est limé en quarré pour recevoir une petite bobine de bois dur *m*, qui a sept à huit lignes de diametre.

Vers l'autre bout *K*, est une petite piece de bois *L*, qui glisse dans la rainure, & qui est retenue en dessous par une lame de laiton, très-mince, faisant ressort. Cette espece de curseur porte une petite bande de métal très-flexible, au bout de laquelle est un porte-crayon *o*; en dessus est un crochet auquel on attache un fil de soie qui vient de la bobine.

Quand la regle *IK* est en place, elle ne peut point sortir en s'enlevant, parce que les dents de la cremaillére sont prises entr'elles & la platine de cuivre qui recouvre la roue dentée, & parce qu'à l'autre bout, cette regle porte en dessous un petit tasseau formé en queue d'aronde, qui glisse entre la régle *GH*, & le côté du cadre qui lui est parallèle.

Imaginez donc que la regle mobile préparée comme je viens de l'expliquer, est en place, & que le

crayon répond au point *G*, que le fil de soie qui vient de la bobine est accroché au curseur *L*, & que le fond du tableau est couvert d'un papier ou d'un carton blanc ; si vous poussez la régle vers *B C*, le crayon qu'on doit regarder ici comme le mobile, participera à ce mouvement-là, & en même-temps la roue dentée, engrenée avec la cremaillére, venant à faire tourner la bobine, le fera avancer avec le curseur vers le côté *AB* du tableau, d'où résultera un mouvement composé dans la diagonale *GF*, & l'on pourra faire varier cette ligne en mettant la bobine plus ou moins petite.

Troisieme Expérience.

V. LEÇON. I. Section *Pl. II. Fig.*

LE billard dont il s'agit ici, & qui est représenté par la figure citée en marge, a deux pieds de largeur sur trois de longueur, & il est couvert de drap comme les billards ordinaires ; au-lieu de quatre bandes, il n'en a que trois, sçavoir une courte *B C*, & deux longues *A B*, *C D* ; ces deux dernieres sont de quatre pouces plus longues que la table du billard,

& ces deux parties excédentes *A* & *D*, ont chacune une couliſſe pour recevoir les deux bouts de la traverſe *H* du chaſſis, de maniere que le plan ſupérieur de cette traverſe ſoit de niveau avec celui du billard.

Le chaſſis eſt compoſé de quatre pieces aſſemblées à tenons & mortaiſes, ſçavoir deux montans *P*, *P*, *Fig.* 4. qui ont chacun dix-ſept pouces de hauteur, ſur trois pouces $\frac{1}{2}$ dans leur plus grande largeur, & deux traverſes, *O*, *H*, qui ont chacune deux pieds de longueur; la premiere chantournée ſur trois côtés avec un quart de rond, eſt un peu plus large que le haut des montans, avec leſquels elle s'aſſemble; la ſeconde chantournée ſeulement ſur un côté, a quatre pouces de largeur, aux deux extrêmités & au milieu; l'une & l'autre ont chacune deux rainures à jour, de deux lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, ſur cinq pouces de longueur.

Ces quatre rainures reçoivent les pivots de deux aîles ſemblables à *F G L*, leſquels ſont arrêtés avec des écrous en deſſus de la traverſe ſupérieure, & en deſſous de la traverſe in-

férieure. Les pivots ſont des vis de métal ; ils tiennent à des lames de cuivre, qui ſervent à les attacher ſur le bois ; celles d'en haut (*G*) ſont percées ainſi que le bois, d'une rainure qui a deux pouces de longueur, & une ligne & demie tout au plus de largeur ; ces rainures portent les marteaux Q & ſon pareil, & donnent la facilité de les faire monter ou deſcendre, parce que la bride *r*, dans laquelle tourne le haut de la tige, a une queue platte qui gliſſe dans la rainure, & qui eſt terminée en vis, pour être arrêtée par un écrou à oreille *s*.

Les marteaux, doivent être faits de quelque bois dur & peſant ; ils ſeroient encore mieux, s'ils étoient d'yvoire : il faut qu'ils ayent environ un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, autant de longueur, & coupés droits par la face qui doit frapper ; il eſt eſſentiel, que les tiges de métal qui leur ſervent de manches, ſoient meſurées de façon, que du centre du marteau au point de ſuſpenſion, il y ait la même diſtance pour l'un & pour l'autre.

On joindra donc le chaſſis, garni de ſes deux aîles, au billard, en fai-

fant entrer, les deux bouts de la traverse *H*, dans les coulisses pratiquées aux deux parties excédentes des deux bandes longues ; on placera une bille d'yvoire de deux pouces de diametre sur le bord *h*, de la traverse d'en bas, où l'on fera un petit enfoncement, afin qu'elle ne se dérange point trop facilement ; on approchera les deux aîles, également de part & d'autre, on leur donnera l'inclinaison convenable, en les faisant tourner sur leurs pivots, & on les arrêtera avec les écrous, de haut & de bas ; on réglera par le moyen de la coulisse G, & de l'écrou *s*, la hauteur des marteaux de maniere, que leurs centres répondent à celui de la bille ; on les élévera le long des limbes qui sont divisés par pouces, selon le degré de vîtesse ou de force qu'on voudra leur donner, & on aura soin de les laisser échapper tous les deux en même-temps.

On pourra s'épargner la peine & la dépense d'un billard, en faisant choix d'une table bien unie sur laquelle on tendra un morceau de drap, & en attachant au bord, deux mor-

ceaux de bois creusés en coulisses, pour recevoir le chassis.

Quand on a enlevé le chassis hors du billard, on auroit peine à le poser de bout, à cause des deux vis avec leurs écrous, qui sont sous la traverse *H*; pour remédier à cet inconvénient, il faut attacher vers les deux bouts, mais en deçà de ce qui entre dans les coulisses, deux tasseaux, un peu plus épais que ces parties saillantes, & qui feront poser la tablette par tout où l'on voudra.

On fera bien aussi, au cas que l'on construise un petit billard, de le faire porter sur quatre pieds ou boutons, de deux ou trois pouces de hauteur, & d'attacher en dessous quelques barres de bois, qui le maintiennent droit.

Dans les *Avis* sur la troisieme Leçon *page* 68. j'ai décrit une machine (*a*) qui sert à donner aux commençants une idée de la vîtesse du mouvement; la tablette de cette machine, s'ajuste aussi au billard, comme le chassis que je viens de décrire; &

(*a*) Voyez la *Fig* 3. de la *Pl. III.*

en faisant frapper ses marteaux contre une bille, on fait voir, que celui qui à le plus de vîtesse, toutes choses égales d'ailleurs, produit plus de mouvement, ou ce qui est la même chose, pousse la bille plus loin.

Quatrieme Expérience.

V. LEÇON. I. Sect. Pl. III. Fig. 11.

AYANT remarqué que cette machine construite avec du bois plein, comme elle est représentée par la figure citée en marge, étoit sujette à se déjetter, ce qui jettoit quelquefois la balle de côté, & la faisoit frotter contre les parois de la gouttiere, j'ai trouvé qu'il étoit plus à propos, de faire la partie *A B C G*, *Fig.* 5. de trois pieces de bois assemblées & collées, & d'y joindre la partie *B D C F*, qui est mince, ayant le fil du bois dans le sens *B D*, afin que la piece montante *C B*, la soutienne & lui serve comme d'emboîture; & à l'autre bout *D F*, je la soutiens par-derriere, avec un pilier quarré, qui est assemblé & collé comme le reste, dans l'épaisseur de la planche *L M*, qui sert de base à toute la machine.

La gouttiere est creusée dans l'é-

paisseur de la piece AB, suivant un trait de compas dont le centre est en K; le reste IB, est dans une direction horizontale, quand la base est de niveau, ce qui s'obtient aisément par trois vis de bois qui servent à la caler, & avec un fil d'aplomb P, qui dans ce cas-là, se trouve parallele au montant où il est attaché.

Le fond de la gouttiere, est un quart de cercle dont le rayon est de neuf pouces; la piece AB, dans laquelle elle est creusée, est couverte par en haut d'une petite plaque de bois, percée d'un trou rond de sept lignes de diametre, par lequel on fait passer la balle d'yvoire; elle ne doit toucher la gouttiere que dans le fond; c'est pourquoi celle-ci d'un bord à l'autre, doit avoir huit à neuf lignes de largeur.

La partie $BDFC$, a quinze pouces de longueur, sur neuf pouces de hauteur, & sa face antérieure est peinte avec du blanc en détrempe, ou couverte d'une feuille de papier blanc avec de la colle de farine. La longueur BD, est divisée en trois, & la hauteur BC en neuf parties éga-

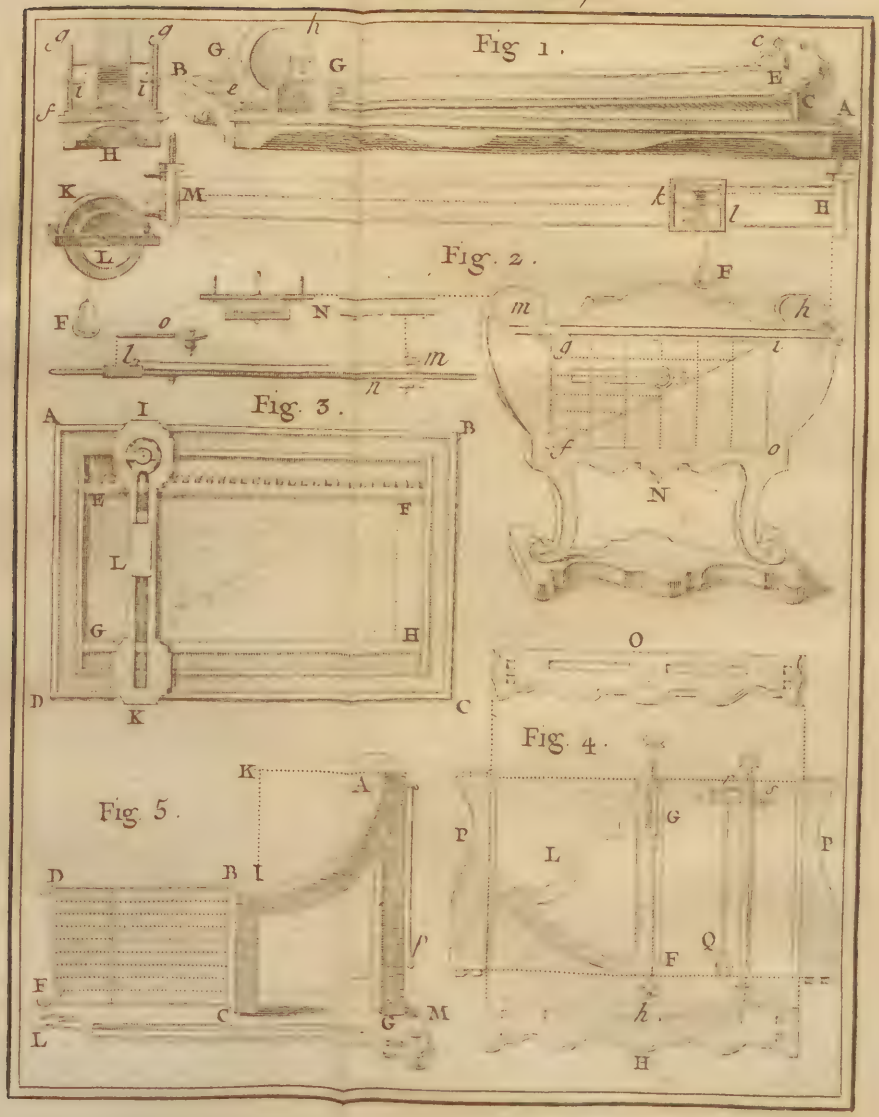


Fig 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

les. Au-lieu de mettre un anneau aux endroits où doit passer la balle, on fera aussi bien, d'y piquer une grosse épingle, ou une petite broche de bois, qui tienne peu & que la balle fera tomber en passant.

La planche qui fait la base de cette machine doit avoir un bon pouce d'épaisseur, & au moins cinq pouces de largeur vers le bout *M*, afin que les deux vis qui servent à la caler dans cette partie, soient suffisamment écartées l'une de l'autre; sa longueur est donnée par celle de deux parties que je viens de décrire; quand au chantournement & à la moulure, ce sont des choses purement arbitraires.

A la suite de cette expérience, il est fait mention du mouvement composé, que suit une balle de mousquet ou un boulet de canon, en vertu de l'impulsion que ce corps reçoit de la poudre, & de celle de sa pesanteur, qui le rappelle de haut en bas, avec une vîtesse accélérée: pour faire voir que la ligne de mire fait un angle avec celle qu'on appelle l'ame du canon, & dans laquelle le corps grave

est dirigé en partant, j'ai un canon d bois, figuré comme celui d'un mousquet, & qui s'ouvrant en deux selon sa longueur, rend cette observation très-sensible : au défaut de cette piece, on peut représenter cette coupe avec du crayon.

Cinquieme Expérience.

V. LEÇON. I. Sect. Pl. III. Fig. 13.

LA planche *L M*, qui est la principale partie de cette machine, a dix-huit pouces de longueur sur huit de largeur, elle est épaisse de cinq ou six lignes, & elle est encadrée par quatre moulures appliquées sur ses rives, & qui forment en dessus & en dessous un rebord de six lignes de hauteur. Voyez la *Pl. VIII. Fig.* 1. qui représente l'épaisseur de cette planche, avec la coupe de ses moulures aux deux extrêmités.

Au milieu de cette planche, est un trou rond, dans lequel est collé un canon de bois dont on voit ici la coupe suivant sa longueur; il contient un cylindre de bois dur, qui a un pouce de diametre & autant de hauteur, avec deux ailerons qui glissent dans des coulisses fermées haut

&

& bas, afin qu'il ne puisse point sortir.

Le marteau *A B*, se meut sur un axe *C* qui tourne entre deux goussets comme *K*; on pousse le bout du manche *B*, dans une mortaise *L*, pratiquée au bout de la planche, & on l'y arrête avec une petite clavette de métal *o*, qui est au bout d'une ficelle de deux ou trois pieds, attachée par l'autre bout à un crochet *D*; quand on tire la planche, cette ficelle retient la clavette, alors le marteau devenu libre, & poussé par le ressort *e*, va frapper le cylindre, & fait partir la boule d'yvoire qu'on a posé dessus.

La planche a sur chacun de ces deux grands côtés, deux anneaux de métal, dans lesquels on fait passer les cordes de boyaux, qui doivent être grosses comme des plumes à écrire; elles ont par un bout, un crochet avec lequel elles s'arrêtent à des points fixes disposés pour les recevoir, & elles doivent avoir dix à douze pieds de longueur : par l'autre bout, elles sont attachées à un double moulinet, par le moyen duquel on les tend autant qu'on veut.

Le double moulinet *F*, est com-

posé de deux bobines *g*, *g*, de deux pouces de diametre, & d'autant en hauteur, qui tournent entre deux parres d'oreillescomme *ff*, &c. assemblées à tenons, & collées dans un bout de planche *h*, de quatorze à quinze pouces de longueur. Elles doivent être écartées l'une de l'autre de maniere que la distance *g g*, égale celle que les cordes ont entr'elles.

On a réservé à chaque bobine deux tourillons ; celui d'en-bas est gros comme le doigt, mais celui d'enhaut a quinze lignes de diametre, & deux pouces de hauteur ; la partie qui tourne dans l'épaisseur de l'oreille, est ronde, au-dessus elle est quarrée, pour recevoir une roue de bois dur ou de métal épaisse de trois lignes, & taillée en rochet comme *G*, & par-dessus, une tête *i*, qui s'arrête avec une cheville de fer qui traverse le tout ; cette tête est percée de deux trous, dans lesquels on passe une broche de fer *l*, pour faire tourner les moulinets.

A côté du rochet, est attaché un petit cliquet poussé par un ressort, qui retient les dents à mesure qu'on les

fait passer, & qui donne le temps de changer la broche de trous, pour tendre la corde de plus en plus ; comme les bobines doivent tourner en sens contraires l'une de l'autre, on aura soin aussi, de tourner de même les dents des rochets, & de placer les cliquets en conséquence.

On fait glisser rapidement & le plus uniformément qu'il est possible, la planche *L M*, sur les cordes de boyaux, par le moyen d'une fiscelle qui est attachée par-devant & que l'on tire avec la main après l'avoir fait passer sur une poulie *H*, que l'on attache avec deux vis entre les deux bobines ; & pour empêcher que le bord antérieur de la planche ne se brise par un choc trop rude contre les bobines, il est à propos de le garnir de quelque matiere flexible, comme d'un morceau de drap roulé, ou de quelque autre chose équivalente.

V. LEÇON. II. Section.

IL faut avoir un gobelet de cristal, un peu plus large en haut qu'en bas, comme ils le sont assez ordinairement, le faire entrer dans un cercle plat de ferblanc ou de laiton, auquel

vous ferez souder deux petits bouts de tuyau, diamétralement opposés, pour recevoir les deux bouts d'une fiscelle, qui seront retenus en-dessous par un nœud fait à chacun ; il est bon que la fiscelle ainsi pliée en deux, ait environ trois pieds de longueur; voyez la *Fig.* 2.

Mettez de l'eau dans ce gobelet, jusqu'aux trois quarts de sa hauteur, ou à-peu-près ; prenez d'une main la fiscelle par le haut, balancez d'abord un peu le gobelet, & faites le tourner verticalement plusieurs fois de suite, avec assez de vîtesse, pour tenir la fiscelle toujours tendue en tirant sur votre main : & vous ferez voir par cette expérience, que l'eau, ayant plus de force centrifuge que de pesanteur, ne tombe point, quoique le gobelet se trouve renversé, lorsqu'il est au plus haut de sa révolution.

V. LEÇON. II. Sect. Pl. IV. Fig. 16.

LA table triangulaire avec laquelle se font les expériences des forces centrales, est droite par-devant : ses deux autres côtés peuvent être chantournés, si l'on veut, comme il est représenté par *A B C D*, *Figure* 3. elle a au

moins un pouce d'épaisseur, avec un quarré & un quart de rond qui regnent tout autour, & qui débordent la parclose de cinq à six lignes. Les trois pieds, peuvent être tournés ou formés en pieds de biche, mais il faut qu'ils soient assemblés par en bas dans un *T*, qui porte sur autant de vis à oreilles, au moyen desquelles on puisse mettre la table de niveau en tout sens. Elle a trois pieds quatre pouces d'*A* en *B*, près de deux pieds de *C* en *D*, & sa hauteur est de trente pouces, quand le *T* touche presque à terre.

De quelque façon que soient faits les pieds, il faut que ceux qui sont aux deux extrêmités de la face droite, puissent recevoir à sept ou huit pouces au-dessous du niveau de la table, la queue d'une piece de cuivre, qui porte une pointe à vis *E*; cette piece de cuivre qu'on voit de face en *F*, est un écrou fendu pour faire ressort; elle a une portée qui s'applique contre le bois, quand la queue en a traversé l'épaisseur; & cette queue qui est limée quarrément du côté de la portée, se termine en une vis, qui

eſt reçue dans un écrou que l'on ſerre avec une tenaille. La vis *E*, eſt de fer ou d'acier, groſſe comme le petit doigt, elle a par en bas deux oreilles, pour être tournée facilement; & ſa pointe eſt dans un aplomb qui paſſe à trois ou quatre lignes de diſtance du bord de la table.

Sur cette pointe tourne une tige de fer poli *G*, de ſix à ſept lignes de diametre, limée ronde ou à pans ſi l'on veut; elle eſt creuſée en gorge vis-à-vis le plan ſupérieur de la table, où elle eſt priſe dans un collet *h i*, formé de deux pieces de cuivre plattes, dont l'une *h*, eſt fixée avec deux vis en bois ſur la table, & dont l'autre tournant ſur une vis placée en *k*, s'ouvre pour recevoir la tige *G*, & ſe rapproche enſuite de la piece *h*, à laquelle elle s'attache par une petite vis à oreille.

Un demi pouce au-deſſus du collet dont je viens de parler, la tige *G* eſt limée quarrément avec une portée, ce qui forme un tenon de trois pouces de longueur, ſur lequel on a fait entrer à force, deux morceaux de planche de noyer arrondis circulaire-

ment, & collés l'un sur l'autre, celui de dessus ayant neuf pouces de diametre, & celui de dessous six pouces: on les a arrêtés sur la tige, en rivant le bout du tenon sur une petite plaque de métal, qu'on a noyée dans l'épaisseur de la planche supérieure: après cela on a centré la tige G, entre les deux pointes d'un tour, pour dresser la face *L M*, & pour former des deux planches, autant de poulies, dont les diametres, pris au fond des gorges, sont entr'eux dans le rapport de deux à trois. En *L* & en *M*, la grande poulie est percée dans toute son épaisseur, pour recevoir deux vis à oreilles de fer un peu moins grosses qu'une plume à écrire, & qui ont leurs écrous noyés dans l'épaisseur du bois par dessous; c'est avec ces vis qu'on attache les portants sur les deux poulies *A* & *B*.

n o p, est une rainure en forme de T, creusée jusqu'au quart de l'épaisseur de la table, avec trois trous à jour, pour recevoir le montant qui porte la grande roue Q Q, dont les tenons, qui sont à vis, s'arrêtent par-dessous avec des écrous.

Ce montant *R R r*, est fait d'une piece de bois épaisse d'un bon pouce, longue de trois pieds, & large de quatre pouces dans les $\frac{3}{4}$ de sa longueur ; le dernier quart est chantourné & il a dix pouces au plus large ; derriere cette partie, est un gousset *S*, qui entre à rainure & languette dans l'épaisseur du montant, & qui sert à le maintenir droit & empêcher le devers.

Le cercle Q Q, de la grande roue a dix-huit pouces de diametre, il a au moins dix-huit lignes d'épaisseur & deux pouces de largeur, & sa circonférence est creusée en gorge angulaire. Les huit petits baluſtres qui servent de rayons, peuvent être indifféremment ronds ou plats ; ils ont pour moyeu commun un morceau de planche arrondi, de cinq pouces de diametre, & qui est vers le centre aussi épais que le cercle Q Q.

Si l'on n'a pas la commodité de construire la roue comme je viens de la décrire, on pourra la faire pleine, avec trois morceaux de planches assemblées à plat-joints, & collées ; elles tiendront plus sûrement ensemble, si l'on

on les joint à rainures & languettes, ou avec des gougeons, mais il faudra prendre garde de découvrir ces parties en façonnant le profil *q q*.

De quelque façon qu'on fasse la roue, il faut qu'elle soit tournée sur son axe qui sera un morceau de métal quarré, chassé à force dans l'épaisseur du bois, avec deux petites portées qui désafleureront les joues du moyeu; le reste sera arrondi, pour former deux tourillons, dont l'un *t*, n'aura que sept à huit lignes de longueur, & l'autre *v*, environ un pouce & demi; à l'extrêmité de celui-ci, il sera formé un quarré de six lignes de longueur, pour recevoir une manivelle qui sera retenue, par une vis, avec une rondelle un peu plus large que le bout quarré de l'axe: la manivelle a quatre pouces de rayon, & le manche qui est de bois, tourne librement sur une broche de fer ronde, qui en traverse toute la longueur, & dont le bout est rivé sur une petite rosette de métal.

La roue est montée dans un chassis à part, formé de deux régles de bois *x X*, & *Y y*, avec deux traverses

qui ſont aſſemblées à demeure dans la piece *X*, & qui ſont retenues dans l'autre avec deux chevilles de fer, qu'on peut aiſément ôter & remettre. Chacune de ces quatre pieces, a huit à neuf lignes d'épaiſſeur, & trois pouces de largeur; mais la traveſe d'en-bas eſt retrécie des deux tiers au milieu de ſa longueur, pour ne point gêner la corde ſans fin qui vient ſe croiſer ſous la grande roue.

Afin que la roue tourne plus aiſément & plus rondement dans ſon chaſſis, on attache aux faces intérieures des deux montans *X x*, & *Y y*, deux petites plaques de cuivre, qui affleurent le bois, & dans leſquelles on fait les trous qui reçoivent l'axe, ayant l'attention de tenir ceux qui traverſent le bois un peu plus grands; pour plus de propreté, on pourra attacher de même, une roſette tournée à la face extérieure de la régle *Y y*, dans laquelle on fera paſſer le bout de l'axe qui reçoit la manivelle.

Le chaſſis avec la roue s'attache au montant *R R r*, par des vis de bois *X x*, qui paſſent par les rainures à jour 1 & 2, & s'arrêtent plus haut

ou plus bas, suivant le besoin, avec deux écrous en bois, représentés de profil au chiffre 4, de face au chiffre 5, & taillés à pans, afin qu'on puisse les faire tourner plus facilement avec la main.

A trois pouces & demi de distance au-dessous du chassis est le centre d'une poulie *a*, de trois pouces de diametre, ayant en sa circonférence deux gorges creusées à côté l'une de l'autre, & séparées par une languette fort mince : la chappe qui est de métal, a une queue qui entre à vis dans la traverse du chassis, de maniere que la poulie puisse recevoir dans ses gorges, les deux bouts de la corde, qui viennent de la grande roue, comme on le peut voir par les lignes ponctuées *b c*, *d e*.

Le montant avec la roue étant dressé sur la table, & fixé dans sa place, ces deux bouts de la corde, après avoir passé sous des poulies de renvoi qui tiennent aux deux faces du gousset *S*, prennent une direction paralléle à la table, passent par les ouvertures *R*, *R*, pratiquées au bas du montant, vont comme *n l*, *p m*,

embraſſer les deux poulies *A* & *B*, & viennent ſe joindre vis-à-vis le chiffre 3, où on les coud enſemble; ayant ſoin d'éfiler les bouts, & d'en diminuer le volume, afin que les deux enſemble après la couture, ne ſoient pas plus gros que le reſte de la corde.

Cette corde, pour être plus flexible, doit être une ganſe de ſoie de deux lignes de diametre, ou à-peu-près; on conçoit aiſément que pour lui donner le degré de tenſion qui lui eſt néceſſaire, il ſuffit de faire monter la roue avec ſon chaſſis avant de ſerrer les écrous 4 & 5, ſur les rainures 1 & 2. Il faut qu'elle ſoit au plus bas, quand la corde eſt placée ſur les grandes poulies *A*, *B*, afin que quand on la voudra mettre ſur celles de deſſous, qui ſont plus petites, on trouve dans la longueur des rainures de quoi la tendre ſuffiſamment, en faiſant monter la roue.

Mais comme en faiſant ainſi paſſer la corde des grandes poulies aux petites, les deux parties *n l*, & *p m*,

ne se trouveroient plus dans le plan de leurs gorges, & que l'angle qu'elles font entr'elles deviendroit plus ouvert, ce qui les feroit sortir pareillement des poulies de renvoi *f*, & sa pareille, il faut que celles-ci aient deux mouvements; que d'une part elles puissent monter & descendre pour maintenir la corde toujours parallele à la table, & que de l'autre part elles puissent tourner de droite à gauche & de gauche à droite, afin que leurs gorges se mettent d'elles-mêmes dans la direction des deux parties *n l*, & *p m*, quand elles viendront à s'incliner plus ou moins entr'elles.

On produit ces deux effets en montant les chappes sur des boîtes de cuivre qui glissent sur des tiges quarrées d'acier ou de fer poli, & qui s'y arrêtent à telle hauteur qu'on veut, par une vis de pression : cette tige est terminée par deux tourillons, qui tournent dans des équerres attachées aux deux faces du gousset *S*. Voyez *ſſ ?*, qui représentent le dévoloppement de cette partie un peu plus en grand.

C'eſt ſur les poulies *A B*, que s'attachent les portants pour chaque expérience; ils ont tous, deux trous qui correſpondent à ceux qui reçoivent les vis *L*, *M*; & afin que chacun de ces portants aille indifféremment ſur l'une ou ſur l'autre poulie, il faut faire enſorte qu'à toutes les deux, les trous ſoient à égales diſtances du centre : pour empêcher que les têtes des vis ne mangent le bois en appuyant deſſus, on pourra garnir les trous de petites loſanges de cuivre percées au milieu, noyées à fleur du bois, & attachées avec des clous d'épingle, ou avec des vis à têtes perdues.

Je ſuppoſe donc qu'en plaçant le collet *h i k*, & ſon pareil, on aura eu l'attention de mettre les faces ſupérieures des deux poulies *A*, *B*, dans un même plan, & qui ſoit parallele à celui de la table, afin qu'en mettant celui-ci de niveau par le moyen des vis qui ſont au pied, on ſoit ſûr que les portants placés en *A* & en *B*, tournent dans un plan horizontal : je ſuppoſe encore que la corde de ſoie bien ſoudée, après avoir embraſſé les deux grandes pou-

lies, va de part & d'autre changer de direction en *g*, *g*, qu'elle remonte par deux lignes paralleles entr'elles, & paralleles à la face postérieure du montant, pour se croiser sans se toucher sur la petite poulie à double gorge *c e*, & se joindre sur la grande roue Q Q, qu'elle embrasse presqu'entiérement. Je suppose enfin qu'on a donné à cette corde le degré de tension qui est nécessaire, & qui suffit pour l'empêcher de glisser sur les pieces qu'elle doit mettre en jeu, & qu'on a facilité les mouvements, par quelques gouttes d'huile aux colets, aux pointes & aux axes. Tout étant ainsi disposé, je passe maintenant aux *Avis* qui concernent chaque expérience.

Premiere Expérience.

V. LEÇON. II. Sect. *Pl. IV. Fig.* 16.

LE portant qui sert dans cette expérience, est fait d'une planche épaisse de sept à huit lignes, longue de trente-deux pouces, & chantournée comme *A B*, *Fig.* 5. qui en représente le plan: *a b*, en représente la coupe suivant sa longueur. La largeur en

A & en *B*, eſt réduite à trois pouces; ſa longueur eſt partagée en deux parties égales par la ligne *C D*; & chacune de ces deux moitiés eſt auſſi diviſée en parties égales dont le nombre eſt arbitraire, en dix, par exemple, en mettant *o* ſur la ligne *C D*; ces diviſions ſe feront plus commodément & ſe verront mieux, ſi la planche eſt peinte avec du blanc d'Eſpagne, ou du blanc de Céruſe détrempé à la colle.

Aux deux bouts *A*, *B*, ſont aſſemblés à queues, & perpendiculairement à la face de la planche, deux petits montans *E*, de trois pouces de hauteur, dont la face intérieure eſt plane, & celle du dehors chantournée, la piece étant plus épaiſſe en bas qu'en haut, afin que l'aſſemblage ſoit plus ſolide.

Chacun de ces montans au milieu de ſa largeur, & aux deux tiers de ſa hauteur, eſt percé d'un trou dans lequel gliſſe une vis de cuivre, qu'on a rendue un peu platte ſur toute ſa longueur qui eſt de dix-huit lignes, en la limant ſur deux côtés oppoſés, & en réſervant le filet ſur le reſte,

le trou, dans l'épaiſſeur du bois qu'elle traverſe, eſt fait conformément à ſa figure, de ſorte qu'elle peut bien s'y mouvoir ſuivant ſa longueur, mais non pas en tournant.

Chacune de ces vis a à l'une de de ſes extrêmités un œil dans lequel on fait paſſer le bout d'un fil de fer gros comme une moyenne aiguille à tricoter, qu'on replie enſuite & qu'on tord deux ou trois tours, pour empêcher qu'il ne ſe détache quand on le tirera; la vis paſſe enſuite dans le trou fait au montant, & on la reçoit par derriere, avec un écrou à oreille, ou quarré, qui la rappelle avec le fil de fer qu'elle porte; le fil de fer preſqu'auſſi long que le portant, s'attache de même à l'autre vis, qui traverſe le montant oppoſé, & qui ſe tire de la même maniere: voyez à la lettre *F*, le profil du montant, de l'écrou & de la vis qui les traverſe.

Mais avant que d'attacher le fil de fer à cette derniere vis, il faut enfiler deſſus les deux boules d'yvoire, qui pour cet effet, ſont percées diamétralement; & à côté de ce trou, il en faut faire un ſecond, qui lui ſoit pa-

rallele, & propre à recevoir une groſſe aiguille à coudre, avec un fil proportionné.

Quand tout eſt ainſi préparé, on voit bien qu'il eſt facile de tendre le fil de fer, en faiſant tourner les écrous, & de mettre par-là les boules, en état de gliſſer aiſément d'un bout à l'autre du portant : mais afin que ces écrous n'uſent point le bois à force de frotter deſſus, on doit enfiler ſur la vis, & arrêter ſur la face extérieure du montant une roſette de cuivre, qui reçoive le frottement.

On viendra mieux à bout d'étendre le fil de fer, s'il eſt recuit, que s'il eſt dur & roide ; mais quand il aura paſſé par le feu, il faut lui rendre le poli qu'il aura perdu, en le frottant entre deux morceaux de liege avec de la ponce ou de la brique pilée : & comme les boules doivent frapper rudement contre les faces des deux montans, on fera bien de garnir celle-ci, avec des couſſinets ronds enfilés ſur les vis, & creux au milieu, pour que l'œil de la vis s'y enfonce, & ne ſe trouve point expoſé au choc de la boule.

Si l'on manquoit de boules d'yvoire, on pourroit en faire avec quelque bois dur ; mais il faut toujours avoir soin qu'elles soient de même poids, & qu'elles différent en couleur, afin qu'on puisse aisément les distinguer.

Au lieu d'un fil de soie, pour lier les boules ensemble, je préfere maintenant, un simple fil de coton, que je fais passer dans le second trou de l'une & de l'autre, par le moyen d'une aiguille à coudre, & que j'arrête, en poussant dans le même trou & sur le fil, une petite cheville de bois ; parce que dans l'expérience, où on les place toutes deux à égales distances du centre de rotation, après qu'elles ont resté long-temps immobiles, si l'on force de vîtesse, on voit casser le fil, par les forces centrifuges opposées, & les deux boules s'en vont aux deux extrêmités du portant.

Seconde Expérience.

Le pottant qui sert dans cette expérience, est semblable à celui de la précedente, excepté qu'il n'y a point de division sur sa longueur. Le réservoir *K*, *Fig.* 6. est de fer-

V. Leçon II. Section. *Pl. IV. Fig.* 16. G, H.

blanc, il a cinq pouces de diametre; & environ deux pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur, il a quatre trous *i*, *K*, *L*, *M*, qui sont garnis chacun d'une douille groſſe comme le doigt; la premiere *i*, entre juſte dans un trou qui traverſe l'épaiſſeur du portant & qui ne la dépaſſe point; on la tient fermée avec un bouchon de liege coupé à raſe-bord. La deuxieme *K*, eſt un peu évaſée, c'eſt par là qu'on fait entrer l'eau; & quand on veut vuider le réſervoir, c'eſt encore par là qu'on repouſſe le bouchon *i*, avec un petit bâton; les deux autres douilles *L*, *M*, reçoivent le bout des matras qui s'y attachent avec de la cire molle, de ſorte que l'eau ne puiſſe pas ſortir, par la jonction; & elles doivent avoir une inclinaiſon conforme à celle qu'on donne aux cols des matras. La boule de chacun des matras eſt liée avec une ganſe fine, contre un petit couſſinet rond, & concave afin que le mouvement circulaire ne la faſſe point ſortir de ſa place.

Il ne faut point emplir le réſervoir, c'eſt aſſez qu'il contienne deux verres d'eau, que l'on fera bien de

colorer avec de l'orseille, ou autrement, afin qu'on l'apperçoive mieux, quand elle sera arrivée dans les boules des matras.

Troisieme Expérience.

V. LEÇON. II. Section. *Pl. IV. Fig.* 19.

LE portant dans cette expérience, est encore semblable à ceux des précédentes, & sans division, comme le dernier ; mais les deux montans qui sont élevés aux deux extrêmités, sont larges de quatre pouces par en haut, & creusés pour recevoir les extrêmités des tuyaux. Les deux autres bouts de ces tuyaux, se logent aussi dans des cavités pratiquées partie dans l'épaisseur du portant, & partie dans un chevalet, qui s'attache par-dessus, avec des vis.

Les quatre tuyaux de verre ont sept à huit lignes de diametre, & ils sont scellés hermétiquement par en bas. Chaque tuyau de la premiere paire porte au milieu de sa longueur un bouchon de liege, qu'on y pousse un peu à force, après avoir fait sur sa circonférence, quelques échancrures par où la liqueur puisse passer d'une partie dans l'autre ; on remplit avec

de l'eau les deux parties qui ſont au-deſſous des bouchons de liege ; & afin qu'on les diſtingue mieux, on employe de l'eau pure & bien claire, d'un côté, & de l'autre côté on la teint avec un peu de vitriol bleu & quelques gouttes d'eſprit volatil de ſel ammoniac, ce qui fait un beau bleu tranſparent ; dans l'une des deux autres parties, on met de l'eſprit de térébenthine coloré en rouge avec l'orcanette ; & dans l'autre, on n'y laiſſe que l'air, qui y eſt naturellement : après cela on bouche les deux tuyaux avec du liege, & on les coëffe d'un morceau de veſſie mouillée, qu'on lie avec du fil. (*a*)

Les deux autres tuyaux ſont entiérement remplis avec de l'eau claire : dans l'un des deux on ajoûte une boulette de cire qu'on rend plus peſante que l'eau, en mettant un gros grain de plomb au centre ; & dans l'autre, on enferme une boulette de liege bien arrondie, & qui ſoit aſſez

(*a*) Sur ces deux teintures, conſultez le premier & le ſecond Chapitres de la Seconde Partie, *Tome I.* où il eſt parlé des drogues & de leur emploi.

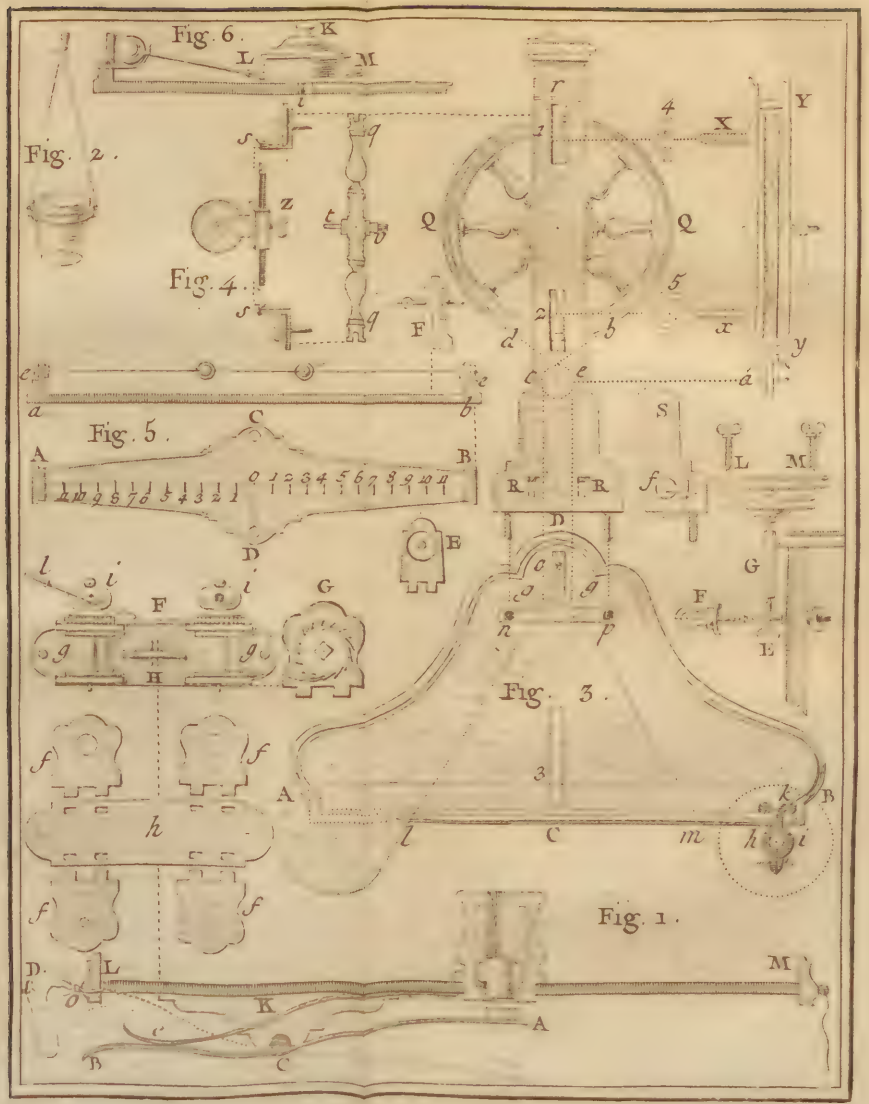


Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 1.

menue pour parcourir aiſément la longueur du tuyau ſans être arrêtée par le frottement : les deux derniers tuyaux ſe bouchent, comme les deux premiers.

Quand on a fait cette expérience, & qu'on doit être quelque temps ſans la recommencer, on doit vuider les tuyaux : parce que les liqueurs qu'ils renferment ſont ſujettes à ſe gâter ; il vaut mieux les employer nouvelles.

Quatrieme Expérience.

V. LEÇON. II. Section. *Pl. V. Fig.* 22.

ON peut ſe diſpenſer de faire une machine exprès pour faire tourner le globe dont il eſt ici queſtion ; la table triangulaire, que j'ai décrite précédemment, avec ſes dépendances, fournira tout ce qu'il faut pour cet effet, moyennant quelques additions que je vais indiquer.

La poulie *a* ou *c e*, *Pl. VIII. Fig.* 4. qui reçoit la corde immédiatement après qu'elle s'eſt croiſée ſous la grande roue, au lieu d'être attachée au chaſſis *X y*, ſera fixée au montant *R R r*, par une chappe qui ſera faite d'une lame de fer pliée d'é-

querre par les deux bouts, avec deux tenons qui seront retenus par des clavettes ou par des écrous s'ils sont à vis, quand ils auront traversé l'épaisseur du bois, comme on le peut voir, par *a a*, *Fig.* 1. *Pl. IX.* Son axe limé quarrément & chassé à force dans le bois, doit être bien rond & bien poli, dans les deux parties excédentes; celle qui roulera dans la chappe, peut être grosse à-peu-près comme une plume à écrire; mais il faut donner à l'autre cinq lignes de diametre, & la faire tourner non dans le bois du montant, mais dans une rondelle de cuivre dont le trou sera un peu plus menu que celui du montant, afin qu'elle ne frotte que contre le métal, & que son mouvement soit plus libre.

Après que l'axe de la poulie aura traversé le montant, le bout qui passera, & qui aura sept à huit lignes de longueur, sera limé en quarré, & un peu en dépouille, pour recevoir une douille de mêmes forme & grandeur dont un des poles du globe sera garni.

Sur le devant de la table triangulaire,

laire, repréſentée ici par le profil C c; on fera une rainure à jour de dix lignes de largeur, ſur ſept à huit pouces de longueur, dans laquelle pourra gliſſer une poupée B, dont le tenon ſera une languette auſſi épaiſſe que la rainure, un peu plus courte que l'épaiſſeur de la table, & garnie d'une vis de fer qu'on prendra par-deſſous, avec un écrou c, pouſſant devant lui une rondelle de métal un peu épaiſſe, pour fixer la poupée, quand elle aura reçu par en-haut un tourillon, qui termine l'axe du globe: & pour rendre encore le mouvement plus aiſé, le trou fait dans le bois de la poupée, ſera recouvert par une rondelle de cuivre, dont le trou un peu plus petit, qu'il n'eſt dans le bois, recevra le tourillon.

Pour faire tourner le globe par le moyen de la poulie A, il faudra une autre corde ſans fin que celle qui ſert à faire tourner les poulies horizontales qui ſont au devant de la table triangulaire. Si l'une des deux ne peut pas ſe ranger pour laiſſer tourner librement la grande roue avec l'autre, on l'ôtera pour le temps de

l'expérience, en démontant le chaſſis, ce qui ſera fort aiſé, puiſqu'il ſuffira pour cela d'ôter les deux chevilles de fer *y*, *Y*.

Le globe *D*, qui eſt de verre ou de cryſtal, ne doit avoir que huit à neuf pouces de diametre; s'il étoit plus grand, il deviendroit trop lourd, à cauſe de la grande maſſe d'eau qu'il faudroit y faire entrer pour le remplir; & s'il tournoit un peu rapidement la force centrifuge pourroit le faire caſſer. Il faut qu'il ait deux goulots diamétralement oppoſés, comme ceux qui ſervent aux expériences d'Electricité; vous le choiſirez bien rond, & tel, s'il eſt poſſible, que l'axe de ſon équateur paſſe par les centres des deux goulots: vous vous en aſſurerez en les bouchant tous deux avec deux tampons de liege, & en mettant le globe, par ce moyen, entre les deux pointes d'un tour. Alors ſi les deux goulots ſe trouvent centrés avec le globe, vous en boucherez un à demeure avec ſon tampon de liege; & vous le recouvrirez d'une virole de cuivre, garnie d'un fond de même métal & au milieu du-

quel vous aurez soudé la douille quarrée, qui doit entrer sur l'axe de la poulie *A*.

Vous laisserez l'autre goulot ouvert, c'est-à-dire sans y mettre de bouchon de liege, mais vous le recouvrirez comme l'autre d'une virolle de cuivre, avec un fond un peu épais, au centre duquel sera vissé un tourillon de même métal, avec une portée un peu large, pour presser entr'elle & le fond de la virolle, un anneau plat de cuir gras: le tourillon au-dessus de la portée sera lisse, & le petit bout sera limé plat, afin qu'on puisse le serrer dans une pince, pour le visser.

Vous attacherez les deux virolles avec du mastic doux, après avoir un peu chauffé les deux goulots du globe, & vous ferez ensorte que l'eau ne puisse point passer par les jonctions.

Si les deux goulots ne se trouvoient pas centrés avec l'équateur du globe, il faudroit toujours faire tourner celui ci rondément, sur deux points que l'on cherchera avec les pointes du tour, sur les deux fonds

des virolles; & sur ces points, comme centres, établir la douille quarrée & le tourillon, sauf à recouvrir ensuite les virolles avec du bois, que l'on arrondira autour, pour faire paroître ces deux parties concentriques au reste.

Ce globe se remplit avec de l'eau claire; & avant de le boucher, on y fait entrer plein une cuiller à caffé d'esprit de térébenthine teint avec de l'orcanette, cette préparation doit être fai e peu de temps avant qu'on fasse l'expérience, parce qu'en peu de jours, l'esprit de térébenthine, s'épaissit & perd sa belle couleur. Il est à propos de ne pas tenir le globe nouvellement rempli dans un lieu beaucoup plus chaud, que l'eau qu'on y a mis; car cette eau en se dilatant par la chaleur, pourroit faire casser le globe, s'il étoit bien bouché.

Il faut aussi tenir le globe, dans une situation qui ne permette pas à l'esprit de térébenthine de se cantonner dans les goulots; car en touchant le mastic, il pourroit le dissoudre, & détacher les virolles.

Dans le cas où l'on voudra que l'axe du globe soit incliné à l'horizon, on fera pencher la table triangulaire du côté qu'on voudra, par le moyen des trois vis, qui sont aux pieds.

V. LEÇON.

CEUX qui voudront répéter l'expérience de Bulfinger, pourront la préparer de la maniere suivante. *E F*, Pl. V. Fig. 24. est un globe tout-à-fait semblable à celui de l'expérience précédente, excepté que la virolle du pole *E*, est emboîtée dans une poulie de bois, de trois pouces de diametre, & arrêtée par un tourillon qui est soudé au fond de la virole, & qui après avoir traversé le bois est rivé sur une rosette de cuivre qui lui sert de contre rivure, & qu'au lieu d'un tourillon, sur le fond de la virolle *F*, c'est une vis à tête plate qui est taillée à pans, afin qu'on puisse la serrer avec une pince, ou une tenaille à vis.

Ce globe tourne entre deux pointes *G*, *H*, qui sont vissées dans l'épaisseur d'un cercle de cuivre *I K*, qui a un pied de diametre, neuf lignes de large, & six lignes d'épaisseur, avec deux renflements aux en-

droits des vis, une virolle quarrée en *I*, qui s'ajuste à l'axe de la poulie *A*, & un tourillon, avec portée en *K*, lequel est reçu dans un trou fait au centre de la poulie *M*, collée en haut de la poupée *L*.

En *n*, est un autre renflement, avec un trou quarré tendant au centre du globe, & dans ce trou glisse une tige d'acier *o*, de même forme; elle porte deux poulies *q*, *q*, dont les gorges sont à trois pouces de distance l'une de l'autre, afin que quand la piece est en place, une corde sans fin, qui passe sur ces deux poulies, & qui embrasse celles qui sont en *E* & en *M*, soit toujours parallèle à elle-même.

En poussant un peu en dehors du cercle la tige quarrée *o*, on tend la corde suffisamment; & l'on arrête toute la piece par une vis de pression qui a son écrou dans l'épaisseur du cercle: afin que les deux vis *G*, *H*, ne puissent point reculer, ce qui feroit échapper le globe, on peut les serrer avec des contre-écrous placés entre le cercle & leurs têtes.

J'ai déja dit que le cercle *IK*, est

de cuivre ; on fera bien de le faire fondre sur un modele fait en bois, en y réservant les renflements dont j'ai parlé, & deux masses qui excédent la circonférence, pour creuser la douille quarrée qui reçoit l'axe de la poulie *A*, & former le tourillon avec sa portée en *K*; & comme la fonte souffre une retraite, qui diminue les dimensions du modéle, on fera regagner à la piece ce qu'elle aura perdu, en la forgeant à froid, ce qui lui donnera aussi plus de consistance ; après cela, on limera les deux faces pour les dresser & les mettre d'épaisseur, & l'on finira par limer au trait du compas, la circonférence du dedans & celle du dehors.

Si l'on veut faire tourner le cercle avec le globe qu'il contient sur la table triangulaire, la poupée mobile qui doit recevoir le tourillon, ne pourra point être placée dans la rainure, comme lorsqu'on se sert du globe simple *D*, parce que le diametre du cercle est plus grand que l'espace *B b*, que pourroit lui fournir la table, comme on le peut voir par la *Fig.* 4. de la *Pl. VIII.* il faudra

faire une poupée comme *R*, qui soit assemblée à angle droit & solidement dans un bout de planche de cinq à six pouces de largeur, & qui porte en-dessous un tasseau *r*, pour la conduire dans la rainure, & l'empêcher de tourner, avec une vis à tête quarrée, qui traverse la planche & le tasseau, & que l'on puisse serrer par-dessous, avec un écrou à oreilles & une rondelle, comme je l'ai marqué pour la poupée *B* ou *L*.

Si l'on ne veut pas se servir de la table triangulaire pour l'expérience de Bulfinger, on pourra faire une machine de rotation exprès, en élevant un montant & une roue semblables à *R R r*, de la *Pl. VIII*, sur le bout d'une planche chantournée comme *S T*, montée sur trois petites consoles comme *V*, assemblées par en-bas dans un *T*, avec trois vis *X*, &c. qui serviront à mettre l'axe de la rotation du cercle dans une ligne horizontale, ou à l'incliner.

Il faut que la planche *S T*, soit montée comme je viens de le dire, à cause des écrous qui sont dessous, & qui l'empêcheroient de poser. Les trois

trois branches du *T*, *v*, *v*, *v*, doivent auſſi excéder ſa largeur & ſa longueur de quelque pouces, afin que portant ſur les vis qui ſont aux extrêmités, elle ſe défende mieux contre le devers du montant.

On pourra faire auſſi le montant moins haut que celui de la table triangulaire, parce qu'il ſuffira, que la roue, pour cette derniere machine, ait douze à treize pouces de diametre; on ne fera point la gorge de la poulie *A* platte du fond, mais on la creuſera en angle, afin que la corde ſoit moins ſujette à gliſſer deſſus, & l'on ſe diſpenſera de mettre les poulies de renvoi, aux deux joues du gouſſet *r*, qui eſt derriere le montant.

Le globe ſimple pourra s'appliquer à la même machine, & alors il ſera inutile de faire la rainure à jour de la table triangulaire, *Pl. VIII.*

De quelque maniere qu'on faſſe tourner le grand cercle ſur ſon diametre *I K*, la poulie *M* qui eſt fixe, recevant ſucceſſivement toutes les parties de la corde ſans fin renvoyée par les poulies *q*, *q*, ſur celle qui eſt en *E*, fait tourner le globe ſur ſes

deux poles *E*, *F*, tandis qu'il tourne avec le cercle, sur le diametre *I K*, de son équateur. L'on fera voir que chaque point de sa surface décrit par cette double rotation, un huit de chiffre, en y collant un petit morceau de papier blanc, ou quelque autre marque.

Cinquieme Expérience.

V. LEÇON. II. Section. *Pl. IV. Fig.* 20. & 21.

LES deux supports ou portants qu'on fait tourner dans cette expérience, sont parfaitement semblables entr'eux, il suffira d'en décrire un: la planche a les mêmes dimensions que celles des portans des trois premieres expériences de cette section; elle est peinte avec du blanc détrempé à la colle, & divisée dans toute sa longueur par pouces & par lignes avec des chiffres 1, 2, 3, 4, &c. en allant du milieu aux extrêmités.

Chaque bout du portant, *Fig.* 2. est garni d'une lame de cuivre qui s'éleve d'un pouce au-dessus de la face supérieure, & qui est repliée des deux côtés sur l'épaisseur de la planche où elle est attachée avec des vis. La partie *C* de cette lame qui fait face à la longueur du portant, a

son bord droit ou peu chantourné: les deux autres comme *D*, sont taillées en doucine, & chacune d'elles à deux pouces $\frac{1}{2}$ de longueur.

Dans la partie *C*, & à six lignes au-dessus de la face du portant, sont deux trous ronds *c c*, de trois lignes de diametre, dont les centres également distants du milieu de la piece, sont éloignés l'un de l'autre de quinze lignes. Chacun de ces trous est traversé de dehors en dedans, par un canon *d*, de six lignes de longueur, lisse par dehors, taraudé par dedans, & ayant une tête à oreilles, qui s'appuye contre la piece *C*, & avec laquelle on le fait tourner.

Dans ce canon est une vis qui à un pouce de longueur avec un œil *e*, à celle de ses extrêmités qui regarde l'intérieur du portant; & cet œil reçoit le bout d'un fil de fer recuit gros comme une moyenne aiguille à tricoter, qu'on y arrête en le tortillant deux ou trois tours; par ce moyen-là quand on fait tourner le canon *d*, & que l'on contient l'œil de la vis, pour l'empêcher de tourner avec lui, on fait reculer celle-

ci, & l'on tire le fil de fer, qui eſt arrêté de la même maniere à l'autre bout du portant.

Il y a donc ainſi deux fils de fer *f h*, *f h*, tendus parallélement à quinze lignes de diſtance l'un de l'autre, & ſix lignes au-deſſus de la face du portant; & afin que ces fils ne plient point ſous les maſſes dont ils ſeront chargés, on les ſoutient au milieu de leur longueur par une eſpece de chevalet, qui eſt préparé comme il ſuit.

E, eſt un petit pilier qui ſe place au centre du portant avec une roſette *F*, qui eſt ronde ou chantournée ſi l'on veut, avec un biſeau tout autour, pour effacer ſon épaiſſeur. Le tenon d'en bas du pilier eſt à vis & s'arrête par-deſſous, avec un écrou noyé dans l'épaiſſeur du portant; *G* eſt une traverſe de ſeize lignes de longueur, qui ſe rive ſur le pilier, & qui a à ſes extrêmités deux échancrures, propres à loger un fil de fer, gros comme une aiguille à tricoter de moyenne groſſeur: & ſur ſon plan ſupérieur, deux rainures *g*, *g*, capables de recevoir deux pareils fils.

H eſt une piece ſemblable à la précédente, qui s'attache deſſus avec deux vis, elle porte deux croiſſans comme *I*, qui la traverſent à angles droits & qui laiſſent entr'eux un intervalle de deux lignes pour recevoir les deux petites poulies *i*, *i*, dont les diametres ſont d'environ cinq lignes. C'eſt ſous cette piece & par les rainures *g*, *g*, creuſées dans celle qu'elle recouvre, que l'on fait paſſer les deux fils de fer paralléles qui ſont tendus d'un bout à l'autre du portant, afin qu'ils ſoient ſoutenus dans le milieu de leur longueur.

Sur le milieu du portant ſont élevées deux eſpeces de conſoles de fer poli, qui ont quatorze pouces de hauteur, qui ſe diviſent par en bas en deux branches avec des volutes, & qui ſe terminent auſſi en volute par en haut : elles ſont repréſentées à la lettre *X*, comme on les voit en les regardant ſuivant la longueur du portant ; à la lettre *Y*, on en voit une comme elle ſe préſente à l'œil qui regarde le portant en travers.

Les quatre volutes d'en bas repo-

ſent ſur des platines de cuivre ébiſelées tout autour, qui leur ſervent de baſes, & qui ſont traverſées, ainſi que le bois du portant, par des tenons à vis dont les écrous ſont noyés par-deſſous. Les deux volutes d'enhaut, ſont aſſemblées par une traverſe *K*, dont les tenons ſont goupillés.

Sous cette derniere piece, eſt une chape *L*, qui contient deux poulies plus petites que les deux d'en bas, afin que le point *l*, de part & d autre, réponde par une ligne verticale au point *i*, de la poulie d'en bas. La traverſe *K*, reçoit cette chape par un tenon quarré qui ſe termine en vis, & qui a pour écrou le vaſe *M*, qui ſert de couronnement à tout cet aſſemblage, on jugera que les conſoles ſont bien travaillées & bien montées, ſi le vaſe *M*, qui les couronne tourne bien rondement ſur ſon axe, quand le portant ſur lequel elles ſeront élevées, tournera dans un plan horizontal.

Nn, *Nn*, ſont deux fils de fer recuits, ſemblables à ceux qui ſont tendus ſur la longueur du portant:

par en haut, ils traverſent l'épaiſſeur de la piece *K*, & ſont retenus par une tête qu'on leur a faite en les tortillant ſur eux-mêmes; par en bas, ils ſont tirés & tendus par deux vis dont les écrous quarrés ou à pans ſont par-deſſous dans l'épaiſſeur du bois; ces fils, paralleles entr'eux & à la ligne verticale qui eſt comme l'axe de la rotation des conſoles, ſont diſtans l'un de l'autre de quatorze lignes; leur paralléliſme eſt réglé & maintenu par les deux trous de la traverſe *K*, d'où ils partent, & par ces deux entailles qui ſont aux extrêmités des pieces *G* & *H* réunies.

Ces deux fils ſervent à guider un petit ſeau de cuivre *V*, qui a ſeize lignes de hauteur; auquel on a ſoudé ou rivé, ſur deux points diamétralement oppoſés, tant en haut qu'en bas, quatre tenons fendus en fourchettes, dans leſquels on fait entrer les fils, de ſorte que le ſeau ne peut que gliſſer de bas en haut, ou de haut en bas.

Au fond & dans l'axe de ce ſeau cylindrique eſt attachée une tige qui à un œil par en haut, pour attacher

une ganse de soie qui doit servir de corde. Et comme il faut que cette ganse après avoir passé sur la poulie *l*, descende parallelement à elle-même pour aller à la poulie d'en bas *i*, il y a au fond du seau un trou propre à la laisser passer librement, & sans rien changer à sa direction. Cette ganse après avoir passé sous la poulie *i*, prend une direction horizontale, qui la conduit à une boîte de cuivre, qui glisse depuis le centre du portant, jusqu'à l'une de ses extrêmités, sur les deux fils de fer dont j'ai parlé plus haut.

Cette boîte *O*, est faite d'une virole cylindrique de cuivre, avec un fond soudé, & un couvercle *P*, qui entre à feuillure, comme le dessus d'une tabatiere, & qui doit être un peu serré de peur qu'il ne sorte de lui-même, quand la piece sera en mouvement. Sur quatre lignes de longueur près du fond on a diminué un peu la grosseur de la virolle pour former une portée : c'est par là que la boîte se joint à une platine *Q*, chantournée dans un quarré, & percée d'un trou rond sur les bords duquel elle se pose & se soudeà l'étain.

Aux quatre coins de la platine Q, ſont autant de trous quarrés dans chacun deſquels entre par-deſſous, une vis *R*, fendue ſuivant ſa longueur, & retenue par-deſſus avec un écrou quarré ou à pans; la partie de ces vis qui eſt près de la tête doit être quarrée comme le trou qui la reçoit, afin qu'elles ne puiſſent point tourner; & comme la fente qui eſt continuée dans la tête eſt deſtinée à recevoir les fils de fer paralleles ſur leſquels la platine Q doit gliſſer avec la boîte qu'elle porte, on aura ſoin de la diriger en conſéquence, & de la faire aſſez large, pour ne point gêner le mouvement.

Le fond de la boîte porte à l'extrêmité de ſon diametre parallele aux fils de fer un petit levier *Ss*, qui a un mouvement de charniere, & dont le bout *s*, qui eſt un peu applati, eſt pouſſé par un reſſort foible, contre une cremaillére, dont les dents, qui ſont fort petites, excédent à peine la face du portant; voyez à la lettre *Z*, cette partie de la boîte deſſinée plus en grand.

Chaque portant a deux cremaillé-

res semblables, *a a*, *b b*, dont les dents sont inclinées en sens contraires, & tournées de telle maniere que le bout du levier dont je viens de parler, peut aisément glisser dessus, lorsque la boîte va du centre du portant vers l'une de ses extrêmités ; mais la boîte ne peut revenir dans le sens opposé, à moins qu'on n'appuye un peu sur l'autre bras *z*, du levier, pour dégager celui qui est arrêté par une dent de la cremaillére.

Ces cremailléres sont faites avec des lames de laiton, garnies de tenons à vis : elles sont logées dans des rainures qui regnent d'un bout à l'autre & dans le milieu de la largeur du portant, & elles sont retenues en dessous par des écrous. Les dents sont espacées de maniere, qu'il y en a quatre dans la longueur d'un pouce ; & c'est par le nombre de ces dents, qu'on regle la distance de la boîte au centre de sa rotation ; c'est pourquoi l'on placera la premiere dent à un pouce du centre du portant.

Quand le petit seau *V* ou *v*, est tout-à-fait en bas, qu'il repose sur

les poulies *i i*, & que la boîte *O* eſt le plus près qu'elle puiſſe être de l'une de ces poulies, la ganſe qui tient au ſeau, & qui après avoir embraſſé les deux poulies *l i*, a reçu une direction horizontale comme *i k*, doit être tendue & attachée à une petite boucle ou anneau *q*, pratiqué à la partie antérieure de la platine Q qui porte la boîte; de ſorte que celle-ci ne puiſſe point avancer vers le bout du portant qu'elle ne faſſe monter le ſeau *v*, de *i i*, vers *l l*.

Les deux boîtes conſtruites comme je l'ai enſeigné, & garnies de leurs couvercles, doivent être de même poids; mais dans l'une des deux, il faut faire entrer une maſſe, qui ſoit égale au poids de la boîte, & qu'on puiſſe ôter quand on voudra. Cette maſſe ſera ſi l'on veut, une molette de plomb; & afin qu'elle ſe contienne mieux, & que le mouvement imprimé au portant, ne la mette pas dans le cas de ſoulever le couvercle & de ſortir, il faut la couvrir d'une molette de liege, qui entre un peu à force; un bout de fil de fer rivé, par-deſſous le plomb, & qui ſoit

tourné en boucle sur le liege, avec un petit nœud de ruban, donnera la facilité d'enlever cette masse, quand il le faudra.

Préparez aussi des petites rondelles de plomb, qui entrent dans les seaux pour les charger à volonté; mais n'oubliez pas d'y faire un trou au centre, pour les enfiler sur la tige à laquelle est attachée la corde, & un autre vis-à-vis celui qui est au fond du seau, pour donner passage à la corde descendante.

Enfin comme les boîtes livrées à la force centrifuge, vont frapper rudement les vis qui tiennent les fils de fer tendus, & qu'en enlevant les seaux elles les font heurter de même contre les poulies *l l*, vous ferez bien de mettre des coussinets aux endroits du choc, afin que les pieces n'en souffrent point de dommage. Ces coussinets se font fort bien avec des petites bandes de drap roulées & arrêtées sur le fil de fer, à la tête des vis tirantes, & sur la corde, à l'endroit où elle est attachée à la tige du seau.

Chaque fois qu'on voudra faire des

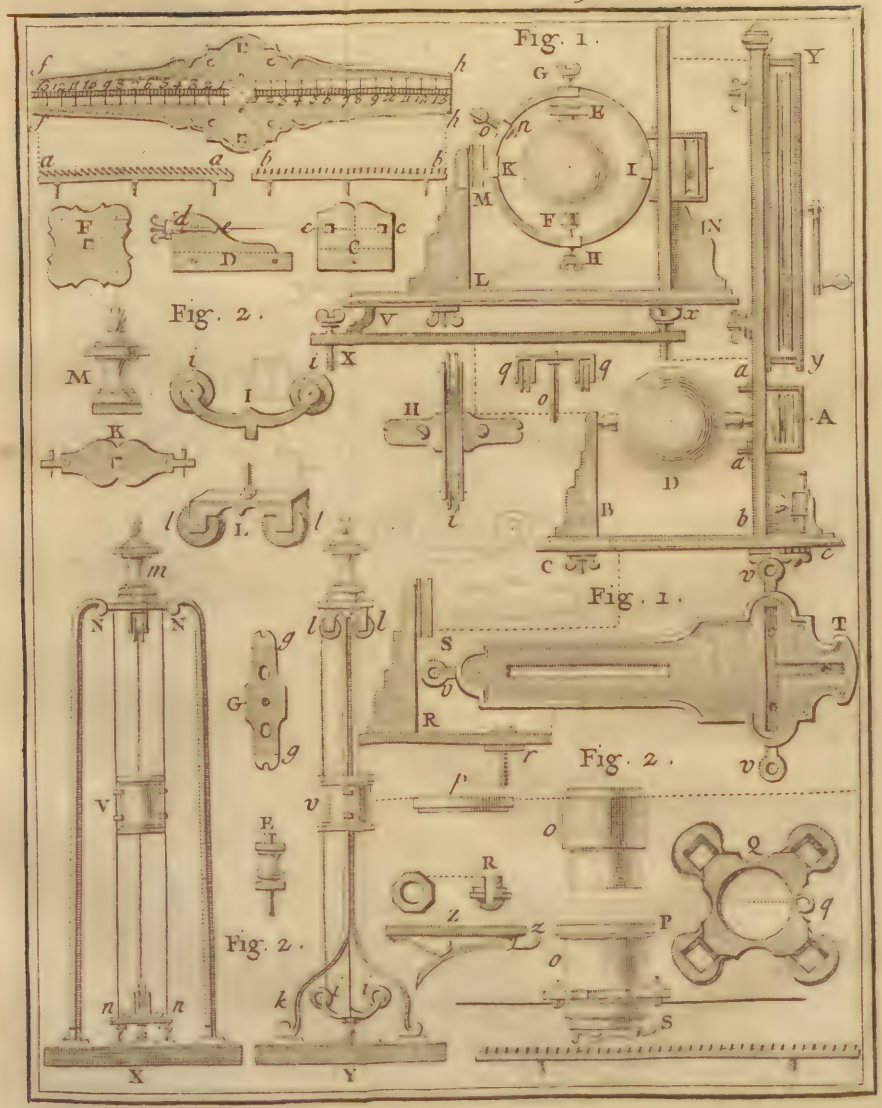


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 2.

expériences avec les portans dont je viens de donner la description, il faut passer un peu d'huile avec le bout du doigt, ou avec un morceau de drap sur les dents des cremaillères, sur les fils de fer, tant verticaux qu'horizontaux & avec le bout d'une plume, aux axes des poulies.

Sixieme & septieme Expériences.

J'AI employé pendant plusieurs années les moyens indiqués dans les *Préparations* de ces deux expériences, pour faire décrire le cercle, la spirale, & l'ellipse à ma machine des forces centrales : mais j'avois beaucoup de peine à maintenir bien droite, une table de deux pieds $\frac{1}{2}$ de diametre, qui n'étoit portée que sur un pied, à la rendre toujours parallele au plan dans lequel tournoit l'alidade, & à faire agir dessus, un crayon fragile & mené rapidement. Quoique ces difficultés ne fussent point insurmontables, elles m'ont parru plus grandes que l'utilité que j'avois à attendre d'une pareille exécution : j'ai pris le parti, il y a déja long-temps d'abandonner ces moyens

V. LEÇON. II. Sect. Pl. VI. Fig. 27. & 28.

& de conduire moi-même le crayon en repréſentant la force centripete, par un fil tiré ou retenu vers le centre du mouvement, & la force centrifuge, par l'action de la main qui le tient tendu avec le crayon, qu'on doit regarder comme le mobile livré aux deux forces.

a b, *d e*, *Pl. X. Fig.* 1. eſt une table quarrée de bois noirci qui a dix-huit pouces de longueur, autant de largeur & maintenue par un cadre qui a près de deux pouces de largeur, avec une épaiſſeur proportionnée : ſur cette table ſont tracées deux lignes qui paſſent par le centre *C*, en ſe croiſant à angles droits ; à leur interſection eſt attachée une pointe de fer quarrée qui s'éleve perpendiculairement de quatre lignes, au-deſſus du plan de la table, & qui eſt creuſée en gorge à une ligne près de ſon extrêmité. Des deux côtés de cette pointe, & à quatre pouces de diſtance d'elle, ſont deux petits trous prêts à recevoir des clous d'épingle de laiton à tête ronde, & qui s'élevent à la même hauteur.

Quand je veux repréſenter la ré-

volution d'un mobile produite par une force centripete & une force centrifuge, dont les rapports ſont conſtants, je plie en deux ſur la longueur $C\,a$, un fil blanc dont je noue les deux bouts enſemble, je le paſſe d'une part ſur la gorge de la pointe qui eſt en C, & de l'autre part, je le tiens tendu, en faiſant paſſer dedans un crayon blanc g ou G, ſur lequel j'ai formé une petite gorge à trois ou quatre lignes près du bout qui doit marquer; & en le tenant ſur la table en g, dans une ſituation perpendiculaire, je le conduis en avant, juſqu'à ce qu'il ait fait un tour, ce qui lui fait tracer un *cercle*.

Pour repréſenter la révolution d'un mobile, produite par deux forces centrales dont les rapports varient d'une maniere ſymmétrique, je prépare un double fil ſemblable au précédent, mais un peu plus court; je l'accroche à deux petits clous f, f, *Fig.* 2. je le porte avec le crayon vers a, & en le tenant toujours tendu, je le pouſſe en avant, ayant ſoin qu'il embraſſe toujours les deux clous f, f; quand le crayon eſt revenu en a

d'où il eſt parti, la ligne tracée ſur la table eſt une *Ellipſe*.

Enfin pour montrer que le mobile s'approche ou s'éloigne du centre de ſa révolution par une ligne *ſpirale*, quand l'une des deux forces centrales, va toujours en augmentant ou en diminuant, je mets ſur la pointe quarrée qui eſt au centre de la table, un bouchon de liege ou un cylindre de bois *h*, de ſix lignes de hauteur, & de ſept à huit lignes de diametre, à la circonférence duquel eſt attaché un fil, terminé à l'autre bout par une boucle : j'enveloppe le fil tout entier ſur le cylindre, à la réſerve de ſa boucle dans laquelle j'engage le crayon, & je trace ſur la table, en tournant & en développant le fil de plus en plus : je reviens enſuite en ſens contraire, & en enveloppant le fil ſur le cylindre ; & je décris tant en allant qu'en revenant, une ligne ſpirale, comme elle eſt repréſentée par la *Fig.* 3.

Dans une école où l'on a ſouvent à répéter ces démonſtrations, il eſt plus commode d'avoir une table noire, & de tracer avec un crayon

crayon blanc les lignes, qui s'effacent après très-aisément : mais on pense bien sans que je le dise, qu'on peut faire les mêmes opérations avec un crayon noir ou rouge, sur une carton blanc.

On peut encore montrer le mouvement dans une ligne spirale en attachant une boule d'yvoire *K*, *Fig.* 4. de trois ou quatre onces, au bout d'un gros fil ou d'une ganse de soie fort menue, que l'on fait passer par un trou fait au milieu d'une table & tiré en-dessous par un poid *P*, à-peu-près égal à celui de la boule. Car la boule étant tirée avec la main vers le bord de la table, comme *iK*, si on lui donne une impulsion dans une direction perpendiculaire au fil, cette force, qui est centrifuge, combinée avec l'action du poids *P*, qui la rappelle vers le centre I, tend à lui faire décrire un cercle ; mais le frottement de la table, prenant plus sur la premiere de ces deux forces que sur l'autre, celle-ci devient respectivement de plus en plus forte, ce qui fait que le mouvement, de ci-

culaire qu'il devroit être, se compose dans une ligne spirale.

AVIS

Concernant la SIXIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

VI. LEÇON. I Sect. Pl. II. Fig. 4.

JE n'ai presque rien à ajouter ici à ce que j'ai dit dans la *Préparation* de cette expérience ; sinon que pour avoir un vuide suffisant avec plus de promptitude, on fera bien de choisir le récipient le plus étroit qu'on pourra, & d'y mettre une chandelle à grosse méche bien allumée qui soit élevée environ aux deux tiers de sa hauteur ; il faudroit la mettre encore plus haut, si l'on n'avoit point à craindre, que la flamme ne fit casser le verre.

Si l'on se sert du morceau de papier trempé dans la liqueur fumante (*a*), on n'aura pas cet inconvénient

(*a*) Voyez la composition de la liqueur fumante, dans la deuxieme Partie *Tome premier page*, 377.

à craindre, mais il faut sçavoir, que cette vapeur n'est pas bonne à respirer, & qu'étant corrosive, elle pourroit gâter le cuivre de la machine, si l'on en faisoit un trop grand usâge.

Cette premiere expérience ayant pour but de prouver qu'on doit admettre une pesanteur absolue dans les matieres mêmes qu'on voit presque toujours s'élever de bas en-haut, on peut y ajouter celle-ci qui confirme très-bien cette verité.

Rempliſſez de vin rouge une petite fiole *A*, *Fig.* 5. dont la panſe eſt à-peu-près groſſe comme un œuf de poule, & dont l'orifice a environ deux lignes de diametre; deſcendez-la au bout d'un fil dans un vaſe long; un grand gobelet ſuffira, ſi l'on n'en a pas d'auſſi haut & d'auſſi étroit que celui qui eſt repréſenté ici. Si la petite fiole *A*, ſe fait à la Verrerie, on la demandera épaiſſe de verre, afin qu'elle demeure plus ferme au fond du vaiſſeau; ſi on la fait ſouffler à la lampe par un émailleur, on l'attachera avec du maſtic ou autrement, ſur une molette de plomb qui

lui servira de base. Remplissez ensuite le vase *B*, avec de l'eau claire, en la versant de maniere qu'elle ne dérange point la fiole; vous verrez aussi-tôt, que le vin, quoique liqueur pesante, montera au travers de l'eau, à-peu-près comme on voit monter la fumée d'une cheminée dans l'air de l'atmosphere.

Il y a des vins qui sont aussi pesants que l'eau, & qui ne réussiroient point pour cette expérience; les vins de Bourgogne & de Champagne rouges, sont préférables à la plûpart des vins méridionaux.

Seconde Expérience.

VI. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. Fig. 2, 3, & 4.*

LA machine qui est décrite dans la *Préparation* de cette expérience, est un appareil assez dispendieux, & qui est embarrassant non-seulement dans l'exécution, si l'on n'a pas un bon ouvrier, mais aussi dans l'usage qu'on en fait: si quelqu'un aime les machines, & qu'il soit aidé d'un Artiste un peu adroit & intelligent, la description que j'ai donnée de celle-ci pourra lui suffire: mais si l'on ne cherche qu'à prouver ce qui fait l'objet

de cette expérience, je conseille de préférer le moyen que je vais enseigner, parce qu'il est bien plus simple, bien plus facile, & qu'il va également au but.

Ayez un tube de verre ou de cryſtal, qui ait au moins un pouce de diametre intérieur, long de cinq à ſix pieds, & bouché par un bout, ſinon hermétiquement, au moins avec une virole de cuivre garnie d'un fond & maſtiquée au verre, de maniere que l'air ne puiſſe point paſſer par-là. Faites entrer dans ce tube une piece de métal grande comme un liard, & un petit morceau de papier de pareille grandeur, & arrondi de même; fermez le tube avec une virole de cuivre garnie d'un fond, & d'un bon robinet, qui puiſſe s'ajuſter à la vis qui eſt au centre de la platine de la machine pneumatique, comme il eſt repréſenté par la *Figure 6*.

Faites le vuide dans le tube le plus parfaitement que vous pourrez, & détachez-le de la machine pneumatique, après avoir bien fermé le robinet; en renverſant ce tube tantôt d'un

bout, tantôt de l'autre, vous ferez voir, que la piece de métal ne tombe pas plus vîte que le morceau de papier, tant que le vuide subsiste, & que celui-ci n'est retardé dans sa chûte, que quand le tube est rempli d'air.

Si l'on avoit peine à trouver un tube de cinq à six pieds de longueur, on pourra le faire de deux pieces que l'on joindra ensemble, par une virolle de métal de deux ou trois pouces de longueur, & bien mastiquée à l'une & à l'autre. Et si l'on vouloit rendre ce tube portatif, pour l'envoyer au loin, on pourroit faire la virolle de deux pieces, qui se joindroient à vis; mais alors il faudroit qu'elles eussent chacune un rebord large de quelques lignes, pour presser entr'elles, un anneau plat de cuir gras, afin d'empêcher que l'air ne rentre par la jonction.

Troisieme Expérience.

VI. LEÇON. I Sect. II. I. Exp. 5.

LES émailleurs qui préparent cet instrument, ne se donnent pas la peine de l'appliquer à la machine pneumatique pour y faire le vuide; ils y

font entrer la quantité d'eau qu'ils ont dessein d'y mettre (c'est à-peu-près jusqu'au tiers de la hauteur de la fiole), & afin que cette eau ne se gêle point l'hyver, ce qui feroit casser le verre, ils y mêlent un quart d'eau forte, dans laquelle on a fait dissoudre un peu de cuivre, afin de lui faire prendre un couleur verte. La fiole au-dessus de la boule creuse, est terminée par un bout de tube dont l'extrémité est capillaire; on tient la partie qui contient l'eau au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés jusqu'à ce que cette eau bouille; alors, il s'éleve de là une vapeur dilatée, qui pousse devant elle la plus grande partie de l'air qui est au-dessus, & qui le fait sortir par l'orifice qui est fort étroit; l'émailleur souffle avec un chalumeau sur cette partie, la flamme d'une grosse chandelle, & scelle l'extrémité du tuyau qui est capillaire.

Ce scellement est une opération assez délicate; il ne se feroit pas, si la vapeur aqueuse continuoit de sortir; il faut donc suspendre l'action du feu sur l'eau de la fiole, en l'ôtant

de dessus le réchaud; mais il faut saisir le moment où l'air extérieur n'a pas encore eu le temps de rentrer, pour souder le verre; & c'est pour cela, qu'on a pris la précaution de faire le bout du tuyau très-mince, afin qu'au premier contact de la flamme, il pût être fondu & scellé.

Ce premier scellement n'est point assez solide : l'émailleur attend que la siole soit refroidie & maniable, & alors il scelle le bout du tube à demeure, & le plie en forme d'anneau, afin qu'on puisse y attacher un nœud de ruban pour suspendre l'instrument.

Un instant avant de secouer la siole, pour faire frapper l'eau au fond, il faut l'incliner ou la renverser, afin qu'elle se mouille dans la partie où l'eau doit monter, & que celle-ci s'y meuve plus facilement, tant pour monter, que pour descendre.

La boule creuse que l'on souffle ordinairement au haut de la siole, n'y est point absolument nécessaire, mais elle rend le bruit que fait le choc de l'eau plus éclatant; l'essentiel est d'avoir un tube gros comme le doigt,

scellé

scellé par en bas, même par en haut pour être scellé aisément & promptement, & si n'ayant pas la commodité de fondre le bout pour le sceller, on le bouchoit avec de la cire d'Espagne ou autrement, le principal effet de l'expérience auroit lieu. Si l'on entreprend de faire soi-même cet instrument, on s'appercevra aisément, que quand on fait bouillir l'eau de la phiole, il faut la tenir avec précaution pour ne se point brûler, car la vapeur s'échauffe considérablement.

VI. LEÇON. I. Sect. *Pl.* II. *Fig.* 8.

Au sujet de la pesanteur diminuée par la force centrifuge résultante de la rotation du globe terrestre sur son axe, il est fait mention dans cette Leçon d'une expérience que je faisois autrefois, avec un globe flexible, en le faisant tourner rapidement; il perdoit par là sa sphéricité, devenoit un sphéroïde un peu applati par les poles. J'ai négligé depuis long-temps cette machine, mais si quelqu'un est curieux de l'exécuter, il n'a qu'à suivre de point en point ce que j'en ai dit *Tome II. des*

Leçons de Physique, *page* 152. à quoi j'ajoute ce qui suit.

Il faut que les deux parties de l'axe sur lesquelles gliſſent les rondelles de bois qui ſont aux poles du globe, portent ſur une de leurs faces, des dents inclinées comme celles d'une cremaillere, & que les rondelles de bois traînent avec elles des petites lames à reſſort, qui gliſſent ſur ces dents en allant vers le centre du globe, mais qui ſoient retenues par ces mêmes dents à l'endroit de l'axe, où la force centrifuge les aura fait aller; afin que cet effet demeure ſenſible, quand on arrêtera le globe.

Le globe doit avoir au moins un pied de diametre; & ſi l'on veut qu'il reſſemble mieux à celui de la terre qu'il repréſente, on pourra faire imprimer ſur de la peau de mouton choiſie, les fuſeaux d'un globe terreſtre, que l'on découpera & que l'on aſſemblera en les couſant proprement enſemble; on pourra même enluminer ce globe quand il ſera rempli, comme le ſont ordinairement ceux de carton. Les Artiſtes qui vendent ceux-

ti pourront fournir des fuseaux imprimés sur de la peau, comme ils fourniſſent ceux qui ſont imprimés sur du papier.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

VI. LEÇON. I. Sect. Pl. II. Fig. 9.

DANS les avis sur la troiſieme Leçon *pag.* 73 & *ſuiv.* j'ai décrit une machine ſemblable, à peu de choſe près, à celle qui eſt employée dans cette expérience; ſi on ſe l'eſt procurée, il ne ſera pas beſoin de conſtruire celle-ci: au lieu d'un tiroir, on y trouvera deux cuvettes rondes remplies de terre molle, & qu'on fera tourner à volonté, pour préſenter de nouvelles places ſous la chûte des corps qu'on aura à éprouver.

Si l'on veut faire tomber une boule plûtôt que l'autre en la faiſant partir de moins haut, on la ſuſpendra avec un fil au-deſſous de la traverſe mobile: & l'on fera aboutir ce fil ſous la pince, qui tient l'autre boule, de maniere que celle-ci ne pourra point être lâchée, que le fil ne le ſoit en même-temps.

On trouvera auſſi dans l'endroit que je viens de citer, la maniere de ſe

procurer des boules de cuivre, de mêmes diametres, & de différents poids.

Sixieme Expérience.

VI. LEÇON. I. Sect. *Pl. II. Fig.* 10.

J'AI beaucoup simplifié l'appareil de cette expérience, & je l'ai rendue d'une exécution plus facile, en procédant comme il suit.

Au lieu de deux cordes paralleles de métal ou de boyaux, je n'en employe qu'une qui est de chanvre, bien lisse, bien égale, & qui a deux lignes & demie de diametre : je l'attache à un point fixe *A*, *Pl. X. Fig. 6.* qui est élevé de neuf pieds au-dessus du terrein de l'endroit où se fait l'expérience ; j'enfile dessus cette corde, le curseur *D*, & la piece de rencontre *E*, dont je parlerai toute à l'heure ; ensuite je la fais passer sous une poulie qui est en *C*, à vingt-sept pieds de distance de *B* ; je la tends fortement en la tirant de bas en haut ; j'en noue le bout à un cloud *F*, attaché au mur ou au l'ambris, & je divise la longueur *A C*, en neuf parties égales que je marque avec de la craye ou avec de la pierre noire.

Le curseur *D*, est fait d'une piece de cuivre fondu, qui à environ six pouces de longueur, & qui est un peu pesante, afin que son centre de gravité, se maintienne aisément sous la corde; il est garni de deux poulies de buis, qui doivent être bien mobiles, afin que sa chûte se fasse plus librement par le plan incliné formé par la corde.

La piece de rencontre *E*, est un canon de cuivre qui porte en avant une petite platine ronde contre laquelle le curseur vient heurter avec bruit, & qui donne la facilité de remarquer, quand il est arrivé au terme de sa chûte: on l'arrête sur la corde à tel endroit que l'on veut, par le moyen d'une vis de pression: cette piece peut aussi se faire avec un morceau de bois tourné, mais alors il faut la garnir d'une virole de cuivre, dans l'épaisseur de laquelle on puisse tarauder l'écrou de la vis.

Je compte les temps avec un pendule *G*, qui peut être attaché au lambris ou au mur de la chambre; mais il est encore mieux, de l'avoir tout monté sur une planche forte, de

quatre à cinq pouces de largeur ; que l'on transporte & que l'on attache où l'on veut : consultez la *Fig.* 7. où j'ai représenté cet instrument, avec de plus grandes dimensions que dans la précédente.

H I, est une lame de fer qui peut avoir sept à huit lignes de largeur, & qui s'attache sur la planche avec deux vis. Elle porte une équerre *K*, qui tient encore à une console qui est au-dessus. Entre la partie descendante de l'équerre, & la lame *H I*, est placé un axe *m*, qui tourne librement, ayant d'un côté une pointe qui entre dans un trou conique, & de l'autre, un coup de poinçon dans lequel entre la pointe d'une vis ; dans le milieu de cet axe, est assemblée la verge du pendule, qui a trois pieds & demi de longueur ; grosse comme le petit doigt, & ronde depuis l'axe *m*, jusques en *N*, c'est-à-dire, dans la longueur de dix-huit pouces ; le reste est plat, & l'on ne voit ici que son épaisseur, qui est de deux lignes : je fais glisser sur cette derniere partie, une lentille semblable à celle des horloges de chambre, qui pese cinq

à six livres, & que j'arrête à telle hauteur que je veux, par une vis de pression : la partie de la verge qui passe au-dessous de la lentille est terminée par un tenon à vis & une portée, & j'y attache avec un écrou, un timbre de montre, vis-à-vis duquel je place sur la planche, une lame à ressort *o*, que je fais approcher à volonté, en mettant par derriere un petit coin.

Cette lame *o*, porte une petite masse, que le bord du timbre heurte en passant, lorsque le pendule fait ses oscillations, ce qui donne lieu de compter les temps ; & ces temps deviennent plus ou moins longs, selon que l'on arrête la lentille plus ou moins bas sur la verge.

Quand on veut faire l'expérience, dont il s'agit ici, il faut mettre le pendule en mouvement, placer la piece de rencontre à la fin de la premiere division 1, porter le curseur en *A*, & le laisser aller dans l'instant même que le timbre frappe un coup, afin d'éprouver s'il arrive justement au chiffre 1, lorsqu'on entend sonner le coup qui suit immédiatement.

S'il arrive trop tôt, c'eſt une marque que les temps ſont trop longs. On en diminuera la durée, en remontant un peu la lentille : ſi au contraire, le curſeur arrive trop tard, on rendra les temps plus longs, en faiſant baiſſer la lentille.

Quand on ſe ſera aſſuré par pluſieurs épreuves que le temps qui s'écoule, d'un coup de timbre à l'autre, eſt celui qu'il faut au curſeur, pour deſcendre ſur la corde de la neuvieme partie de ſa longueur, c'eſt-à-dire de *A*, au chiffre 1, on portera la piece de rencontre au bout du quatrieme eſpace, & en faiſant tomber le curſeur du point *A*, comme précédemment, on remarquera que cette chûte s'acheve en deux temps. On verra de même, que les neuf eſpaces ſont parcourus en trois temps.

Il ſeroit facile d'adapter au marteau *o*, une détente qui fît partir le curſeur, dans l'inſtant que le timbre ſonne ; mais c'eſt une machine de plus, dont on apprend bien-tôt à ſe paſſer.

Premiere Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. Pl. II. Fig. 10.

LA même corde qui a servi dans l'expérience précédente, peut être employée dans celle-ci en rapprochant le point *C*, *Fig. 6.* au point *Q*, afin que la corde forme le plan incliné *AQ*, dont la longueur soit double de la hauteur *AB*, que je suppose toujours être de neuf pieds.

La boule d'yvoire qui tombera librement de la hauteur *AB*, achévera sa chûte dans les $\frac{1}{4}$, d'une seconde à peu de chose près ($\frac{772}{1000}$ de seconde.) Pour rendre la durée d'une oscillation du pendule égale à cet intervalle de temps, il faut remonter la lentille sur la verge, jusqu'à ce que son centre ne soit éloigné que d'un pied & dix pouces du centre de son mouvement (*a*), & alors on fera plusieurs épreuves, jusqu'à ce qu'on soit sûr, que le temps d'une

(*a*) Un pendule simple battra $\frac{772}{1000}$ de seconde, si son centre d'oscillation est à un pied neuf pouces cinq lignes & $\frac{81}{100}$ du centre de mouvement. Mais ici nous n'avons pas affaire à un pendule simple, & il nous suffit d'un à-peu-près.

oscillation marqué par le timbre s'accorde sensiblement avec celui que la boule d'yvoire employe dans sa chûte de neuf pieds.

Et pour faire partir la boule dans l'instant même que commence l'oscillation du pendule, on pourra se servir du moyen que voici. C'est une espece de détente dont les pieces sont attachées sur la planche qui porte le pendule, & vis à-vis de la verge, quand elle est dans son repos. *Voyez la Fig.* 7.

R ou *r*, est une bride de fer ou de cuivre, dans laquelle doit passer librement la boule d'yvoire, qui ne doit point avoir moins d'un pouce de diametre; *S s*, est un levier aussi de métal, qui fait un angle fort obtus en *T*, où est le centre de son mouvement; *V*, *v*, est une autre bride dans laquelle se meut la branche inférieure du levier, derriere laquelle est un ressort qui la pousse en avant. *X*, *x*, est une petite lame taillée en mantonnet, & terminée par un anneau, par lequel elle est prise dans un crochet attaché à la planche; de maniere que quand elle est abandon-

née à elle-même, elle tombe par son propre poids, & demeure suspendue contre la planche.

On place la boule d'yvoire dans la bride *r*, on l'y retient par la pression du levier *S*, en poussant la branche *s* contre son ressort, & en l'accrochant de côté au manntonet *x*; quand le pendule vient toucher le timbre, sa verge en passant fait échapper le mantonnet, le ressort pousse la branche *s*, du levier jusqu'au bout de sa bride, & l'autre branche cesse d'appuyer contre la boule, qui commence dès lors à tomber.

Le mobile *D*, commencera aussi à tomber par le plan incliné, en même-temps que la boule d'yvoire, suit la ligne verticale, si on le retient par un bout de fil qu'on fera passer entre la boule & le bout du levier *S*, car celui-ci ne pourra point lâcher la boule qu'il ne laisse échapper le fil en même-temps.

Il faut faire tomber la boule d'yvoire sur quelque chose qui fasse entendre le choc, afin qu'on puisse mieux juger du temps qui termine sa chûte.

Seconde Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. IV. Fig. 16.*

QUOIQUE dans des expériences de cette espece, on ne doive point compter sur des effets qui répondent exactement à la théorie, à cause des frottemens & autres obstacles inévitables, & qu'on doive les regarder moins comme des preuves que comme des représentations sensibles & imparfaites qui facilitent aux commençants l'intelligence des principes qu'on leur enseigne ; cependant j'ai cru devoir réformer la machine qui est décrite dans la *Préparation* & par la figure citée en marge, pour en substituer une autre dont je suis plus content, & que je vais faire connoître.

C'est un chassis *AefB*, *Fig. 8.* qui a huit pieds de hauteur sur quatre de largeur & dont les montans & les traverses sont désignés par les lignes ponctuées. Ce chassis est couvert d'une toile peinte en huile dont le fond est blanc ; ou si l'on veut d'une simple toile bien tendue, sur laquelle on collera des feuilles de papier blanc.

Du point *K*, qui partage la ligne *A B*, en deux parties égales, on décrira la demi circonférence de cercle *A C D B*, & les deux cordes *C B*, *D B*.

En *A*, on fait un trou de vrille, pour placer la poulie *a*, qui doit être très-mobile, & dont la gorge eſt dans un plan parallele à celui du chaſſis, & éloigné de lui au moins d'un pouce.

En *B*, eſt un pareil trou, dans lequel on fait entrer le bout d'une broche de fer *b*, qui y tient fermement, & qui demeure ſaillante d'un pouce & demi, non compris la boucle ou la tête.

Sur les deux lignes *C B*, *D B*, on place ſucceſſivement le bord d'une regle de bois *B e*, qui à environ deux pouces de largeur, & quatorze lignes d'épaiſſeur, ſur laquelle on a creuſé une gorge angulaire : cette piece eſt échancrée par en bas en fourchette pour entrer ſur la broche de fer qui eſt en *B*; & par en haut, elle s'arrête avec une autre cheville de fer, qui la traverſe, & dont la pointe entre en *e* ou en *f*, dans le montant du chaſſis.

Le chaſſis étant ainſi préparé, on l'éleve verticalement, ayant ſoin que la ligne *A B*, ſe trouve d'aplomb, & on l'arrête dans cette ſituation, ſoit en l'appuyant contre le bord d'une table & en l'y retenant avec deux crochets, ſoit en lui préparant un ſupport exprès, que chacun peut aiſément imaginer, & former ſelon ſon goût. On a une boule de cuivre de huit à neuf lignes, & une autre d'yvoire qui a un pouce de diametre; la premiere eſt attachée au bout d'un fil que l'on fait paſſer ſur la poulie *A*, & dont on ſerre l'autre bout avec le doigt ſur la boule d'yvoire placée dans la gorge angulaire de la piece *B e*, à l'endroit où elle coupe la demi circonférence de cercle en *C*, par exemple, ou en *D*. De ſorte qu'en levant le doigt, on laiſſe en même-temps aux deux boules, la liberté de tomber vers *B*, l'une par le diametre *A B*, l'autre par la corde *C B*, ou *D B*.

On ne fera pas mal de placer ſous la chûte commune de ces deux boules, une boîte pour les recevoir, & pour empêcher qu'elles ne ſe diſper-

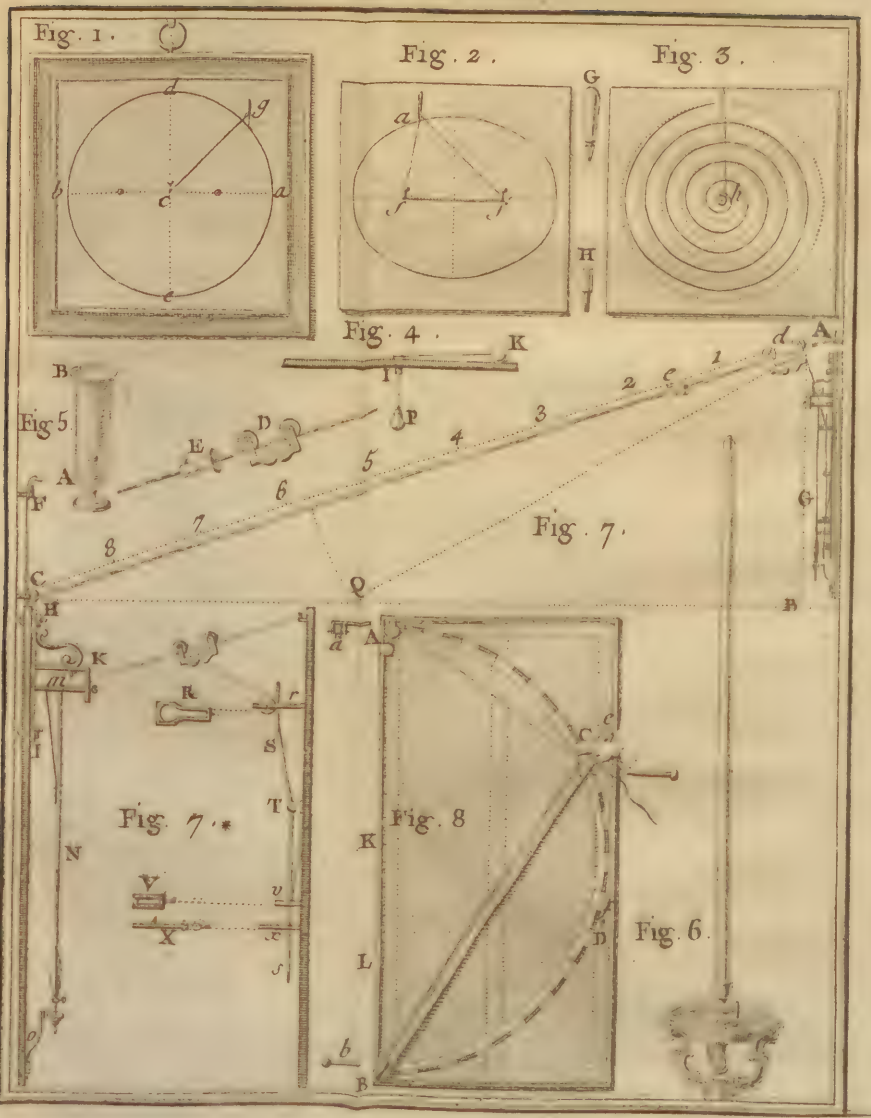


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 7.*
Fig. 8

fent au loin ; on jugera par les deux chocs qu'elles feront en arrivant dans la boîte, du peu de différence qu'il y a entre les temps de deux chûtes ; ou l'on fera voir, que ce défaut vient du frottement que la boule d'yvoire éprouve en roulant dans la couliſſe, parce que la différence ſera plus petite, à meſure qu'on la fera tomber par un plan moins incliné à l'horizon, le frottement étant moindre alors, parce que la boule peſe moins ſur ce plan, que ſur celui qui eſt plus incliné.

Troiſieme Expérience.

POUR préparer cette expérience, on couvrira le revers du chaſſis de la précédente, avec une toile ſemblable à celle ſur laquelle on a tracé les lignes dont j'ai fait mention, & l'on y deſſinera tout ce qui eſt marqué dans la *Fig.* 1. *Pl. XI.* ſçavoir 1°. un demi-cercle dont le centre eſt en *C*, & dont les deux moitiés ſont diviſées de part & d'autre en 90, degrés marqués de dix en dix. 2°. On formera avec des points, la ligne *E F*, parallele aux deux grands

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. IV. Fig.* 16.

côtés du chassis, & qui partage sa largeur en deux parties égales. 3°. Du point *D* comme centre, on marquera d'un trait de compas l'arc de cercle *G H I*.

Après cela vous percerez deux trous, l'un en *C*, l'autre en *D*, pour recevoir chacun une vis comme *L*, qui est de cuivre, avec une tête platte, & qui est percée suivant sa longueur & taraudée en dedans : ces écrous ainsi fixés dans l'épaisseur du bois reçoivent deux broches de fer à vis *M*, *N*, qui sont garnies chacune de deux petites oreilles, pour donner prise à la main qui doit les faire tourner & les serrer ; la plus courte *M*, qui se place en *C*, s'éleve de deux pouces perpendiculairement au plan du chassis, & à un demi-pouce près de son extrêmité, il y a une petite gorge creusée en rond ; celle qui est marquée *N*, à trois pouces de longueur au-dessus de la partie qui est en vis, & elle se place en *D*. Toutes deux sont de fer poli, & de la grosseur d'une plume à écrire.

p q, est une tige de cuivre pointue,

tue, & fendue sur les trois quarts de sa longueur, pour porter un carton mince qui a cinq à six pouces de longueur sur trois de largeur; le bout de cette tige se place dans un trou *P*, sur le chassis, & de maniere que le bord *pp*, du carton couvre une partie de la ligne ponctuée *EF*, le milieu de sa longueur répondant à l'extrêmité supérieure du quart de cercle *GHI*.

Tout étant ainsi disposé, vous dresserez le chassis verticalement sur son côté *AB*, que vous mettrez de niveau; & vous vous assurerez qu'il est dans cette situation, en suspendant à la tige *M*, placée en *C*, un pendule fait d'une boule de métal, qui aura un pouce de diametre, & d'un gros fil de soie de la longueur CG; il faudra pour cela qu'étant libre, il se tienne parallele à cette ligne.

Pour exécuter la troisieme expérience dont il s'agit ici, vous placerez en *R*, un carton semblable à *pp*, mais un peu plus long, afin qu'il s'étende jusqu'en *F*; vous porterez la boule du pendule vis-à-vis le point

E; vous la laisserez échapper dans un plan parallele à celui du chassis; & vous ferez voir qu'elle remonte en *F*, par un arc semblable à celui par lequel elle est descendue, ce qui sera aisé à observer, parce qu'elle frappera contre le carton.

Ensuite vous placerez la broche *N* en *D*, & la tige *p q* en *p*, de sorte que le milieu du carton *p p*, réponde en *I*, & vous laisserez tomber, comme précédemment, la boule du pendule de la hauteur du point *E*; ce pendule arrivé vis-à-vis la ligne *C G*, prendra un nouveau centre de mouvement en *D*, & ira frapper le carton, en suivant l'arc de cercle *G H I*, remontant à la même hauteur d'où il est descendu, quoique par un arc différent.

I. LEÇON. II. Section. *Pl. III. Fig.* 19.

LA *Fig.* 19. citée en marge, n'est point correcte. Si vous voulez faire voir par des expériences, que la chûte d'un corp grave par un arc de cercle est plus prompte que par le plan incliné, & que la chûte par la cycloïde est plus prompte encore que par l'arc de cercle, servez-vous de la machine que je vais décrire.

A B C, *Fig.* 2. eſt un triangle rectangle formé avec des planches d'un pouce d'épaiſſeur, aſſemblées & collées à plats-joints, ou ſi l'on veut, à languettes & rainures; on fera bien de les mettre de bout avec une large emboîture ſur le côté *A C*, comme il eſt marqué par les lignes ponctuées. Ce triangle ſera élevé perpendiculairement, & fixé par des tenons collés, ſur une baſe chantournée garnie de trois vis, pour mettre la partie *A B*, d'aplomb, quand on voudra faire uſage de la machine.

Le côté *A C* du triangle ſera rendu concave ſuivant un trait de compas, qu'on fera paſſer par les deux points *A* & *C*; & l'on creuſera l'épaiſſeur du bois en forme de gouttiere, pour laiſſer courrir librement une balle d'yvoire de ſix à ſept lignes de diametre: afin de conſerver dans cette gouttiere, la courbure circulaire parallele à celle des bords, on la reglera avec un calibre, & on la finira avec un morceau de peau de chien de mer, pour la rendre bien unie.

Sur l'une des faces de ce triangle mixtiligne, on attachera une pareille gouttiere formée sur l'épaisseur d'une regle de bois bien droite, & qui s'étendra du point *A*, au point *C*. Enfin sur l'autre face on attachera encore une autre gouttiere creusée avec les mêmes soins dans l'épaisseur d'un morceau de planche chantourné en *cycloïde*, & qui s'étendra de même du point *A*, au point *C*.

La cycloïde est une courbe, qui ne se fait point avec le compas, il faudra la tracer sur un carton, que l'on découpera ensuite, pour servir de patron; & vous procéderez de la maniere qui suit.

Sur une feuille de papier bien épaisse, ou sur un carton bien droit, & suffisamment grand, tracez la ligne droite *a b* indéterminée, *Fig. 3*: élevez sur l'une de ses extrêmités, en *a*, par exemple, une perpendiculaire *a e* aussi indéterminée. Placez la pointe du compas sur le point *a*, & ouvrez-le pour comprendre le rayon *a c*, égal à sept pouces $\frac{1}{2}$ & du point *c*, comme centre, décrivez la demi-circonférence *a o f*.

Faites la distance *a b*, égale à trois fois le rayon *a c*, & un septieme de plus. Elevez en *b*, une perpendiculaire *b g*, égale au diametre *a f*, & menez la ligne *f g*, parallele à *a b*.

Divisez en parties égales, & en tel nombre que vous voudrez, en douze, par exemple, la demi-circonférence *a o f*, & en pareil nombre de parties égales, la ligne *a b*, & de tous les points de division de la demi-circonférence menez des paralleles à *f g*, ou à la ligne *a b*.

Cela étant fait, portez avec le compas sur la premiere parallele, la douzieme partie de la ligne *a b*; sur la seconde, portez-en deux, sur la troisieme, portez-en trois, & ainsi de suite; & vous aurez par-là les ordonnées, *a h*, *2 k*, *3 l*, *4 m*, &c. & si vous faites passer une courbe par les extrêmités de toutes ces lignes, vous aurez la cycloïde, dont il est question.

Vous pouvez encore avoir la cycloïde par un moyen méchanique que voici. Placez votre carton ou votre papier sur une table bien unie,

& par-dessus, à l'un de ses bords, attachez une regle de bois *T t*, *Fig. 4.* épaisse d'un demi-pouce, & qui ait un peu plus de deux pieds de longueur ; les deux bouts de cette regle doivent être arrondis, avec une petite gorge dans laquelle puisse se loger une ficelle, ou une menue ganse de soie.

V est une roue pleine, ou évidée (cela est égal,) qui a quinze pouces de diametre, & qui porte en sa circonférence, une gorge semblable à celle d'une poulie; *x*, est un porte-crayon emmanché au bout d'une lame à ressort, attachée par un bout sur le plan supérieur de la roue, de sorte que le crayon rasant la circonférence, porte sur le papier, autant qu'il le faut pour marquer, sans être en danger de se casser.

La circonférence de la roue est entiérement embrassée par une corde qui se croise entr'elle & la regle, & dont les deux bouts se tirent par le moyen des chevilles *T*, *t*, qui peuvent tourner librement, parce qu'elles débordent la table.

Si tenant la roue *V*, toujours ap-

puyée contre la regle, vous faites rouler sur la longueur $y z$, la demi-circonférence dans l'ordre des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, le crayon tracera sur le papier, la courbe dont vous avez besoin.

Quand vous aurez construit la machine suivant la maniere que je viens d'indiquer, & que vous voudrez en faire usage, vous placerez deux balles d'yvoire, l'une dans la partie la plus élevée de la gouttiere droite $A C$, & l'autre aussi dans la partie la plus élevée de l'arc du cercle $A D C$, vous les tiendrez toutes deux sous le doigt placé en travers, & vous les laisserez aller en même-temps, pour faire voir que la chûte par l'arc de cercle est plus prompte que par sa corde.

Vous ferez la même chose avec les deux balles placées l'une au haut de la cycloïde, & l'autre en A, dans l'arc de cercle, pour montrer que la chûte par la premiere de ces deux courbes, s'acheve en moins de temps que par la seconde.

Et afin que ces balles ne sortent point de la machine, vous aurez soin

de fermer les gouttieres par en bas, avec des fonds de bois minces, afin que leur choc annonce le temps qui termine leur chûte.

Quatrieme Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. IV. Fig. 16.*

POUR avoir le premier réſultat de cette expérience, c'eſt-à-dire, pour faire voir que la demi oſcillation d'un corps grave dans un arc de cercle s'acheve en moins de temps, que la chûte d'un pareil corps qui tombe librement & directement par le diametre de ce même cercle, on élévera le chaſſis, *Pl. X. Fig.* 8. ſur un de ſes petits côtés, comme dans la deuxieme expérience de cet article : on placera en *K*, une broche ſemblable à celle qui eſt marquée *M* (*Pl. XI. Fig.* 1.) & à cette broche on attachera le fil d'un pendule dont la boule réponde à la demi-circonférence tracée ſur le chaſſis. On aura une autre boule ſuſpendue à un fil fort délié, qui paſſera ſur la poulie *A*, & dont on pincera l'autre bout avec la boule du pendule élevée d'environ vingt degrés au-deſſus de ſon aplomb; de ſorte que les deux boules partiront

ront en même-temps, lorsqu'on laissera aller celle du pendule ; & l'on aura lieu de remarquer que celle-ci passe au point *B*, un peu avant l'autre.

On fera voir pareillement qu'une oscillation entiere dans un arc de cercle, se fait en moins de temps, que la chûte par une ligne verticale qui égale deux fois le diametre de ce même cercle, en faisant le pendule de deux pieds de longueur, & en le suspendant au point *L*, c'est-à-dire au quart de la hauteur *A B*, & en faisant échapper les deux boules en même-temps, comme dans le cas précédent.

Comme la derniere demi oscillation ne se fera point devant le chassis, il faudra placer en avant, quelque obstacle qui reçoive le choc de la boule, à la fin de son ascension ; & comme la broche *M*, placée en *K*, ou en *L*, pourroit nuire à la chûte de la boule qui vient du point *A*, il faudra avoir une autre poulie, montée de maniere, qu'elle se trouve de trois pouces en avant du bord

du chassis; ce qu'il est fort aisé d'imaginer.

Pour avoir les trois autres résultats énoncés dans cette quatrieme expérience, on préparera les pieces suivantes. *A B*, & *C D*, *Pl. XI. Fig. 5.* sont deux pendules, dont les verges qui sont de fer ou d'acier ont trente-huit pouces de longueur, trois ou quatre lignes de largeur & une bonne ligne d'épaisseur, limées & calibrées de maniere qu'elles soient également larges & également épaisses d'un bout à l'autre, & divisées par pouces sur une de leurs faces. En *A*, il y a deux aîles d'acier trempé faites d'une seule piece *E*, qui s'assemble en fourchette dans la verge *G*: cette piece *E*, est taillée par en bas en couteau, dont le tranchant est dans une ligne, qui forme des angles droits avec les deux faces de la verge, comme on le peut voir par le pendule *a b*, dont les aîles se présentent de face, & la verge par son épaisseur.

B, est une masse lenticulaire de cuivre de fonte, & tournée, qui a

trois pouces $\frac{1}{2}$ de diametre, dix-huit lignes dans sa plus grande épaisseur, & qui glisse sur la longueur de la verge, avec une bride & une vis de pression, pour l'arrêter où l'on veut, comme on le peut voir en *b*, ou en *B*.

La masse ou lentille du pendule *CD*, est de deux pieces également pesantes entr'elles, & ayant à elles deux le même poids que celle qui est en *B*. L'une de ces deux moitiés repose en bas sur une goupille qui traverse la verge à un demi-pouce près de son extrêmité, l'autre hausse & baisse à volonté, avec deux petits ressorts, qui pressent de part & d'autre sur la largeur de la verge, & par le moyen desquels elle se tient à l'endroit où on la met. Ce dernier instrument sert à montrer la différence qu'il y a entre un pendule simple & un pendule composé : on peut le regarder, comme simple, quand les deux moitiés de la lentille sont réunies ; il est composé, quand elles sont séparées ; cela sert en même-temps à faire entendre la différence qu'il y a entre le centre de gravité

& le centre d'oſcillation d'un corps grave.

F, eſt un pendule ſemblable aux deux autres, mais qui n'a que le quart de leur longueur ; le corps grave qui eſt au bout, eſt une boule de plomb ou de cuivre qui ne peſe que la moitié ou le tiers de la lentille *B*. Cet inſtrument ſert à faire voir, que les oſcillations de deux pendules plus courts l'un que l'autre, ſe font dans des temps, qui ſont comme les racines quarrées des longueurs de ces pendules ; car ſi l'on commence à faire oſciller enſemble le pendule *A B*, & le pendule *F f*, à côté l'un de l'autre, on verra que celui-ci qui n'a que le quart de la longueur de l'autre, fait deux oſcillations contre une.

Pour ſuſpendre ces pendules, on préparera deux pieces de cuivre à jour qui aient ſur chacun de leurs petits côtés deux tourillons, comme *g*, *g*, qui ſeront pris par deux équerres *h*, *h*, attachées ſur une platine avec des vis ; il ne faudra qu'une vis pour chaque équerre, pourvû qu'on ajoute un petit pied *i*, qui entre auſſi dans

l'épaisseur de la platine, pour empêcher qu'il ne tourne : l'espace vuide renfermé dans la piece g g, doit avoir un pouce de longueur sur quatre lignes de largeur ; & sur chacun des côtés longs il doit y avoir au milieu, un coussinet d'acier trempé K, creusé en angle obtus, & entaillé à queue d'aronde dans l'épaisseur du cuivre.

C'est dans les creux de ces deux coussinets que doivent reposer les couteaux du pendule, & afin que son mouvement soit toujours libre & qu'il ne puisse point se porter d'un côté ou de l'autre, sur le côté de la piece de cuivre g g, on attachera en dehors, des petites oreilles de métal, comme L, & l'on aura soin de tailler les couteaux de maniere, qu'ils ne puissent toucher que par la pointe de leur tranchant e e ; ces oreilles tiendront suffisamment, si elles entrent à coulisse un peu à force dans l'épaisseur du cuivre, où on leur creusera une place.

Les deux platines qui porteront ces pieces, ainsi préparées pourront s'attacher à quatre pouces de distan-

ces l'une de l'autre, sous la traverse mobile de la machine que j'ai décrite, dans les *avis* sur la troisieme Leçon : seconde Section *page* 73. & *suiv.* si l'on n'aime mieux, faire un support exprès, auquel cas, on aura soin de le faire solide, & de placer les pieces dont je viens de parler à la hauteur de trois pieds $\frac{1}{2}$ ou quatre pieds, afin que les pendules puissent avoir leurs oscillations bien libres.

On fera donc passer la tête du pendule, en présentant la longueur du couteau suivant la direction *g g*; après quoi on le retournera, pour le placer sur les coussinets, & il prendra de lui-même son aplomb à la faveur du mouvement des tourillons dans les équerres *h*, *h* : & comme ce mouvement n'a besoin que d'une petite étendue, on pourra le limiter par un *rétentum ;* il suffiroit pour cela, de mettre en *g*, un petit pied qui passeroit dans un trou oblong pratiqué à la joue de l'équerre : alors la piece ne pourroit que balancer un peu sur ses tourillons.

COMME le pendule, en qualité

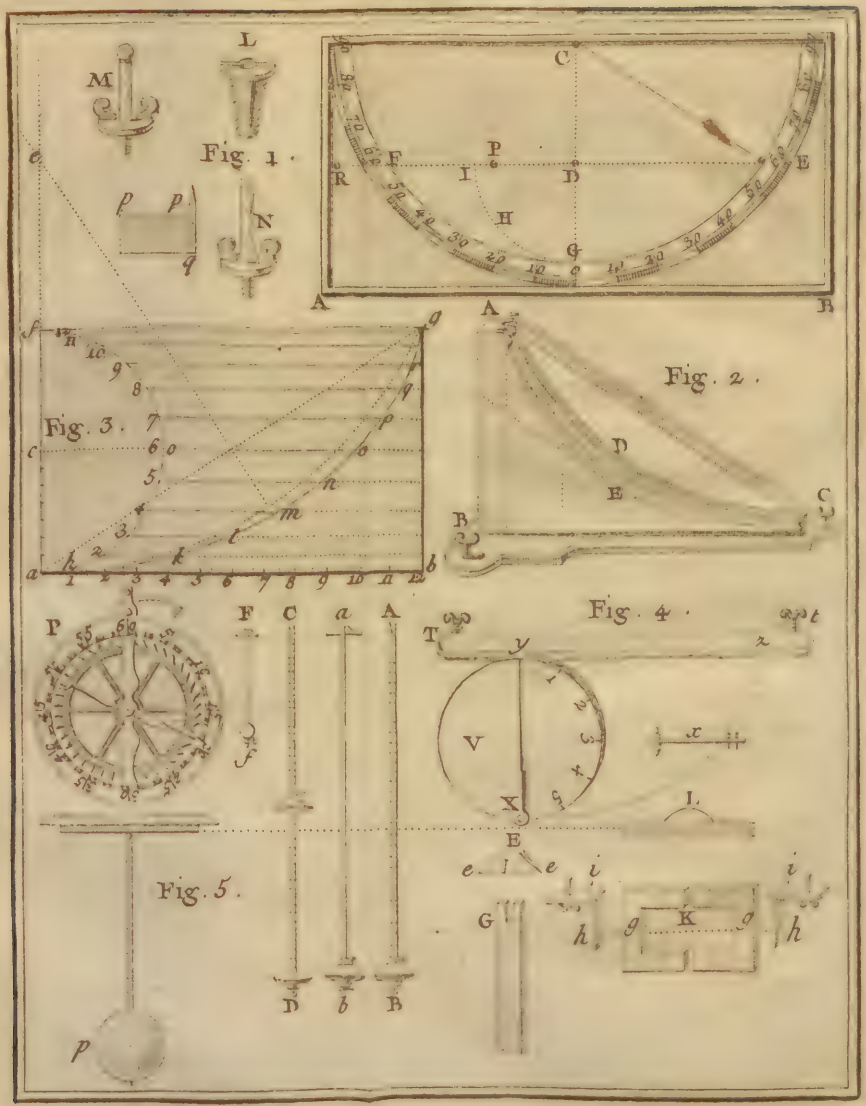


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

de *Régulateur* s'applique à cette partie de l'Horloge qu'on nomme *l'Échappement*, & que bien des personnes ignorent comment se fait cette application, & pourquoi elle à son effet, il est bon d'avoir une machine peu composée & d'une certaine grandeur, qui fasse voir 1°. ce que c'est qu'un échappement ; 2°. comment il empêche la force motrice d'accélérer le mouvement du rouage ; 3°. par quel méchanisme les oscillations s'entretiennent égales, quoique le pendule emploie une partie de son mouvement à modérer la force motrice, à vaincre les frottements, & la résistance de l'air : on pourra construire cette machine comme celle que je vais décrire.

L'ensemble de cette machine est représenté de face en *P*, *Fig.* 5. & de profil dans la *Pl. XII. Fig.* 1. *A A*, est la cage, qui est composée de deux lames de cuivre pliées à angle droit par en bas, attachées l'une sur l'autre avec des vis, & d'une traverse chantournée *E*, attachée de même par en haut : elle a deux pouces $\frac{1}{2}$ de largeur sur six de hauteur.

B, est un arbre d'acier garni d'une assiette de cuivre sur laquelle est rivée une roue à rochet *C*, qui a trente dents & trois pouces $\frac{1}{2}$ de diametre; à côté de la roue & sur le même arbre, est une poulie ou bobine *d*, qui a quatre lignes de diametre: sur ce cylindre est enveloppé un gros fil de soie au bout duquel pend un poids d'environ deux onces qui tend à faire tourner la roue.

Les pivots de l'arbre *B*, traversent les lames de la cage; l'un des deux un peu en dépouille, s'avance de trois lignes pour recevoir un petit canon de cuivre sur lequel est montée une aiguille *k*: Quand la roue *C* tourne, cette aiguille parcourt un cadran attaché avec deux vis à la lame antérieure de la cage, & divisé en soixante parties, numérotées de cinq en cinq. Voyez la *Fig. 5.* de la *Pl. XI.*

E, est un autre arbre d'acier, qui porte deux pieces: la premiere *F*, s'appelle l'ancre à cause de sa figure: on la peut faire de cuivre si l'on veut, mais il faut toujours que les palettes qui sont aux deux bouts,

soient rapportées en acier. L'ancre doit être tellement ajusté que quand la branche *G*, se léve pour laisser échapper une dent de la roue, l'autre palette *F*, tombe à temps pour suspendre son mouvement : & lorsque celle-ci vient à se léver à son tour, il faut que la branche *G*, en revenant sur la roue, rencontre la dent qui suit immédiatement celle qu'elle a laissé échapper dans sa levée précédente ; & comme ce balancement doit être d'accord avec les oscillations du pendule, il faut attendre que celui-ci soit ajusté, pour fixer l'ancre sur l'arbre *E*.

Le même arbre porte une seconde piece *I*, qui a $\frac{1}{4}$ de pouce de longueur, & qui y est fixée par une soudure, ou par une goupille qui traverse le tout. La longueur de cette piece est à angles droits sur celle de l'arbre, & c'est par ses deux bouts qu'elle porte le pendule.

La verge *O P*, est composée de trois pieces; la premiere *H*, est de cuivre, elle embrasse par une fourchette, les deux bouts de la piece *I*, & s'y joint avec deux vis qui ont leurs

écrous dans son épaisseur, & dont les bouts prolongés sans filets, entrent librement dans la piece *I*; par ce mouvement le pendule prend aisément son aplomb. La même piece plus large en bas que dans sa partie moyenne, est percée d'une rainure, suivant un trait de compas dont le centre est au point *H*; cette piece a environ deux pouces de longueur.

La seconde piece de la verge est encore de cuivre : elle a quatre pouces de longueur en totalité, & compris un cercle à jour *L*, au centre duquel passe l'abre *B*, quand le pendule est d'aplomb, & au moyen duquel les oscillations peuvent se faire sans obstacle; en *l*, est un trou taraudé dans l'épaisseur du métal. Cette partie de la verge est jointe à la piece *H*, par un petit cloud placé en *k*, qui traverse l'une & l'autre, en laissant à la premiere la liberté de tourner un peu à droite ou à gauche : une vis à tête qui passe par la rainure *h h*, fixe sa situation, quand on l'a déterminée.

Enfin la troisieme partie de la verge (*N*) percée par en haut de deux

petits trous oblongs, s'accroche à deux pitons *n*, *n*, comme on le peut voir par l'assemblage, *O P*, de toutes ces pieces. Vous remarquerez que cette troisieme partie de la verge est coudée vis-à-vis la base de la cage, & que le plateau de bois sur lequel elle est attachée, a aussi une ouverture à jour *q q*, afin que le pendule ait ses oscillations libres; il y a de même une ouverture de trois ou quatre lignes de diametre en *r*, pour laisser passer très-librement le fil de soie qui vient de la bobine & qui est tiré par le poids.

Sur le bout d'en-bas de la verge, est enfilée une lentille, pesant environ deux livres. On peut la faire avec deux calotes de cuivre réunies & soudées ensemble par leurs bords; & quand on y aura placé le bout de la verge qui sera un peu en dépouille, & frottée avec du savon, on y coulera du plomb. Si l'on veut se ménager le moyen de rendre la durée de l'oscillation plus ou moins grande, on terminera le bout de la verge par une vis de douze à quinze lignes de longueur, avec un écrou, qui sera

monter ou descendre la lentille, quand on le voudra. Du centre de la lentille, à celui de la piece *I*, on mettra une distance de trente-sept pouces.

Vous ménagerez à l'abre *E*, qui porte l'ancre, avec la piece *I*, qui sert de suspension au pendule, un petit mouvement d'avant en arriere, afin que vous puissiez, quand vous le voudrez, suspendre l'effet de l'échappement, & abandonner la roue à l'action libre du poids, ou de la force motrice. Cela s'exécutera facilement, si vous tenez les pivots ou tigerons de cet arbre un peu longs, & que vous mettiez entre l'un & l'autre une ligne & demie de distance de moins qu'il n'y en a entre les deux lames de la cage. Mais afin que ce recul ne se fasse que quand vous le voudrez, il faut que le pivot voisin de la piece *I*, soit arrondi, ou même un peu pointu par le bout, & qu'il porte contre une lame à ressort *r*, attachée en dehors.

La machine que je viens de décrire, attachée avec deux vis sur un plateau de bois *T* ou *t*, orné d'une mou-

lure, pourra se mettre dans une armoire, ou se poser sur une tablette, avec un récipient de machine pneumatique par-dessus, pour la garantir de la rouille & de la poussiere, & c'est dans cette vue que la partie *N. p* du pendule, s'en sépare quand on le veut. Mais pour la mettre en expérience, il faudra un support qui la tienne élevée à quatre pieds de hauteur pour le moins, & dont la table *V*, soit percée à jour autant qu'il sera nécessaire pour donner un mouvement libre tant au pendule, qu'au fil qui porte le poids. On fera bien de pratiquer sur cette table, une feuillure pour recevoir le plateau, afin que la machine y soit posée d'une maniere plus sûre. Le contour en est tout-à-fait indifférent; mais je conseille de la faire porter sur trois pieds droits ou en consoles, assemblés par en bas sur autant de traverses partant d'un centre, avec des vis aux bouts pour caler: je m'abstiens d'un plus grand détail, parce qu'il n'y a pas de Menuisier qui, d'après cet énoncé, ne puisse construire un support propre à l'usage dont il s'agit.

Je suppose donc que toute la machine est préparée comme je l'ai dit; qu'elle est établie sur un support & calée de maniere que la verge du pendule soit perpendiculaire à l'arbre *E*, & que la tige *B*, passe au centre du cercle à jour de la partie *L* : pour y mettre la derniere main, il faut 1°. fermer ou ouvrir l'ancre en pliant ou en redressant un peu ses branches, jusqu'à ce que l'une des deux palettes étant entrée sur la roue à rochet presque de la profondeur d'une dent, l'autre laisse échapper la dent à laquelle elle répond, & que cet effet ait lieu également de part & d'autre.

2°. Il faut disposer les palettes de façon, que l'une poussée par la partie inclinée de chaque dent, s'éleve avec la branche à laquelle elle tient, & que l'autre présentant sa surface extérieure comme un plan incliné à la pointe des dents, soit poussée de même & à son tour.

3°. Vous ferez tourner l'ancre sur son arbre, jusqu'à ce que l'échappement de part & d'autre, se fasse à la fin de chaque excursion du pendule; & alors vous l'arrêterez avec une

goupille qui le traversera avec l'arbre.

4°. Après tout cela si l'échappement de part & d'autre, ne se faisoit point encore dans des temps égaux, ce que les Horlogers appellent un échappement *boiteux*, on corrigera cette inégalité en portant la verge du pendule un peu à droite ou à gauche, par le moyen de la rainure & de la vis de pression qui est en *l*.

Avec une telle machine, on fera entendre facilement en quoi consiste l'échappement dans les Horloges, & comment on empêche par ce moyen la force motrice de précipiter le mouvement; car si l'on fait reculer l'ancre, aussi-tôt la roue devenue libre tournera avec accélération, & toute l'action du poids se consommera en très-peu d'instans.

On fera voir pareillement que la durée des temps marqués par l'échappement, est assujettie à celle des oscillations du pendule; car si l'on fait remonter la lentille sur sa verge d'une quantité considérable, l'aiguille marchera sensiblement plus vîte.

Enfin on fera remarquer que la

force motrice, qui sollicite la roue à tourner, porte une partie de son action sur le pendule, & répare le peu de mouvement qu'il perd à chaque oscillation ; car si vous ôtez la partie *N P*, on verra que le reste de la verge qui tient à la piece *I*, se mettra à osciller & continuera jusqu'à ce que le poid soit entiérement tombé.

Cinquieme Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. II. *Pl. V. Fig.* 24.

JE faisois autrefois cette expérience avec du mercure, parce que ce fluide, ayant plus de masse qu'aucun autre, se défend mieux contre la résistance de l'air, contre celle des frottemens, &c. & qu'il conserve plus exactement le mouvement simple ou composé qu'on lui fait prendre. Mais il en faut beaucoup pour de pareilles expériences ; il s'en perd toujours une assez grande quantité, & ce minéral qui s'attache au métal, gâte en peu de temps les pieces du robinet qui ont le plus besoin d'exactitude : considérant de plus, que quelque liqueur qu'on emploie, jamais, à la rigueur, le jet ne représente la courbe géométrique,

métrique, mais seulement à-peu-près & d'une maniere sensible, j'ai pris le parti de n'employer que de l'eau commune, en construisant la machine de la maniere qui suit.

Ce qui est nommé la *cuvette*, est une caisse assemblée à queues, qui a près de deux pieds de longueur, six pouces de largeur & quatre pouces de hauteur; elle est doublée de plomb laminé avec une virole de cuivre un peu en dépouille, qui passe au travers du fond vers l'une des extrêmités, & dans laquelle est un bouchon de liege, ou encore mieux, un bouchon de même métal ajusté comme une clef de robinet, pour vuider l'eau commodément après l'expérience.

Cette caisse est ornée par en bas, d'une moulure qui saille d'un pouce, & qui lui donne plus d'empatement: le bord supérieur de l'un des grands côtés, est coupé droit & parallelement à la base, celui de l'autre grand côté, qui est au-devant de la machine, peut être chantourné, avec une moulure au-dessous du chantournement, laquelle regne aussi sur les deux petits côtés.

Sur chacun de ces petits côtés, s'éleve un montant de dix-huit pouces de hauteur, qui est chantourné par-devant, & coupé droit par derriere, avec une feuillure, pour recevoir un chassis posé verticalement sur le bord du côté long de la caisse, & qui s'attache aux deux montants avec des vis.

Ce chassis qui peut être, si l'on veut, chantourné par en haut, sera couvert d'une toile bien tendue, & peinte avec du blanc à l'huile; on y tracera des lignes comme dans la *Fig.* 2.

Tracez la ligne *a e*, qui partage la hauteur du chassis en deux parties qui auront chacune neuf pouces de largeur, non compris le chantournement d'en-haut. Divisez cette ligne en quatre parties égales, & des points de division abaissez les perpendiculaires *b* 1, *c* 4, *d* 9, *e E*, dont les longueurs soient entr'elles, comme les nombres 1, 4, 9, 16, en passant par l'extrêmité inférieure de ces lignes, vous marquerez la courbe 1, 4, 9, *E*.

Décrivez ensuite du point *a*, le

quart de cercle *f g k* ; divisez-le en deux arcs égaux, & faites passer entre l'un & l'autre la ligne *a G*, que vous prolongerez hors du chassis, (je suppose qu'il est attaché sur une table assez grande) du point *G*, abaissez la perpendiculaire *G e*, ainsi que *I i*, *H h*, *L l*, à égales distances les unes des autres ; & du point *a*, & dans les mêmes rapports de longueur que les précédentes, c'est-à-dire comme les nombre 1, 4, 9, 16, afin d'avoir la courbe *a l h i e*.

Si vous voulez tracer sur le chassis, une parabole dont l'amplitude soit plus petite, au lieu de la ligne *a G*, qui fait un angle de quarante-cinq degrés avec *a e*, tracez-en une autre au-dessus ou au-dessous, & procédez pour le reste comme ci-devant, en divisant chacune de ces lignes en parties égales, & en abaissant des points de division, autant de perpendiculaires à la ligne *a e*, & en faisant croître leurs longueurs, comme les nombres 1, 4, 9, 16, 25, &c.

Vous commencerez par dessiner le

tout au crayon; & vous le marquerez enſuite avec du noir broyé à l'huile, ou détrempé avec du vernis, ſans quoi l'eau qui mouille ſouvent cette machine effaceroit indubitablement les lignes, & les lettres.

L'eau qui doit jaillir eſt renfermée dans un tuyau de cryſtal *M*, qui a au moins deux pouces de diametre, & quinze à ſeize pouces de hauteur; il eſt fermé par en haut avec un couvercle de ferblanc ou de laiton, qui ſe leve, quand on veut y mettre de l'eau; & par en bas, il eſt maſtiqué, dans une virole de cuivre, garnie d'un fond ſoudé à ſoudure forte, & au milieu de ſa hauteur, d'un anneau plat de quelques lignes de largeur, ſur lequel repoſe le bord du verre.

Cette virole a vingt-cinq ou vingt-ſix lignes de hauteur; elle porte en dehors & parallelement à ſon bord, un bout de tuyau *n*, un peu conique, & bien alaiſé par-dedans, avec une ouverture, un peu plus longue que large, qui répond à une ſemblable, pratiquée à la virole: ce tuyau peut être ſoudé à l'étain; mais pour rendre la

jonction plus solide, il faut creuser sa place sur la virole avec une lime demi-ronde.

Dans ce tuyau il y en a un autre *o*, qui est fermé par les deux bouts, & qui est ajusté avec du sable & de l'eau comme la clef d'un robinet (*a*) : il a au milieu de sa longueur, une ouverture qui occupe environ le tiers de son pourtour, & d'une largeur proportionnée à celles du premier tuyau & de la virole, qui n'en font plus qu'une.

Sur le plus gros bout du tuyau *o*, est élevé à angle droit un petit robinet *p*, dont l'ajutage a un tiers de ligne d'ouverture; il doit être placé de maniere qu'il puisse tourner de la situation verticale, à la situation horizontale, sans que l'ouverture faite au milieu du tuyau qui le porte, cesse de répondre à celle qui le fait communiquer avec l'eau du réservoir *M*. Il faut aussi avoir l'attention de diminuer les frottements le plus qu'on pourra, en tenant tous les endroits

(*a*) Voyez dans les *Avis* sur la dixieme Leçon, comment on ajuste les clefs des robinets.

par où l'eau doit passer beaucoup plus grands que l'orifice de l'ajutage; ainsi le tuyau *o*, doit avoir au moins huit à neuf lignes de diametre, & la clef du robinet *p*, doit être percée d'un trou diamétral trois ou quatre fois plus grand que l'orifice de l'ajutage.

La piece *M*, ainsi préparée, se pose debout sur une tablette qui tient à l'un des montants, & qui est soutenue par deux gousſets; elle s'arrête par le moyen d'un écrou à oreilles, & d'une grosse vis qui est rivée & soudée au fond de la grande virole.

On voit par la description précédente, que le petit robinet *p*, & par conséquent le jet qui en doit sortir quand on ouvrira la clef, peut se diriger dans la ligne verticale *a f*, dans la ligne horizontale *a e*, & dans toutes les lignes obliques qu'on pourra imaginer entre l'une & l'autre: quand à la force de l'impulsion, elle dépend de la hauteur de l'eau dans le réservoir *M*; mais comme les frottements & les sinuosités de la machine y causent nécessairement une altéra-

tion, qu'on ne peut pas bien évaluer: il faudra la régler par des essais; ainsi ayant dirigé le jet, par exemple, dans la ligne *a e*, on observera à quelle hauteur il faut que l'eau soit dans le réservoir pour lui faire suivre la courbe 1 4 9 *E*, & l'on fera une marque sur le verre ou sur le montant; on en usera de même pour les autres lignes.

C'est dans les premiers instants du jet, qu'il en faut juger; car l'amplitude de la courbe diminuera dès que l'eau baissera dans le réservoir: à moins qu'on n'ait soin de lui fournir de nouvelle eau à mesure qu'il en perd, pour entretenir la surface à la même hauteur.

AVIS

Concernant la SEPTIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

UNE balance ordinaire que l'on tient à la main, est suffisante pour cette expérience; mais comme il y a bien des cas, où l'on a besoin de

VII. LEÇON. I. Sect. Pl. I. Fig. 1.

peſer, & d'agir en même-temps, on fera bien d'en avoir une qui ſoit conſtruite & ſuſpendue comme celle que je vais décrire.

AB, ou *ab*, *Pl. XII. Fig.* 3. eſt un fléau d'acier long de ſeize pouces, ayant au moins deux lignes d'épaiſſeur & quatre à cinq lignes de largeur aux endroits qui ſont le plus étroits. Chacune des extrêmités eſt une fourchette *d*, d'un pouce & demi de longueur, traverſée par un petit croiſſant d'acier trempé *e*, & formé en couteau un peu mouſſe; cette piece tiendra ſuffiſamment, ſi elle eſt chaſſée à couliſſe & un peu à force dans les joues de la fourchette; mais quand on l'y placera, il faut lui faire prendre l'anneau d'un crochet *f*, qui ſert à ſuſpendre le baſſin: cet anneau doit être auſſi d'acier trempé, applati & taillé en couteau intérieurement: on aura égard d'ailleurs pour la conſtruction du fléau, à ce que j'ai dit touchant les balances, *Leçons de Phyſique*, *Tome III*, *page* 65. & *ſuiv.* On aura ſoin principalement, que les angles des deux croiſſants, qui ſont les points de ſuſpen-

ſion,

sion, soient bien à égales distances de la partie angulaire du clou, ou axe, sur laquelle tourne le fléau; & que ce dernier point, qui est le centre du mouvement, se trouve un peu au-dessus de la ligne droite menée d'un point de suspension à l'autre.

On fera la chappe du fléau avec deux lames de cuivre un peu fortes, & assemblées parallelement entr'elles, par deux traverses g g, de quatre lignes de longueur; celle d'en-haut peut être fixe, mais celle d'en-bas doit se monter avec des vis ou des goupilles, pour donner la facilité d'écarter les deux lames de la chappe, quand on veut mettre le fléau en place, ou l'ôter.

L'axe du fléau C, sera d'acier trempé: les deux parties qui traversent les joues de la chappe seront taillées en couteaux; l'on aura soin que les trous soient assez grands pour que les balancements de ces coureaux puissent se faire librement; & afin que ces angles, qui sont durs, ne creusent point la partie inférieure du trou, (ce qui nuiroit à leur mouvement) on logera dans l'épaisseur du cuivre

un lardon d'acier trempé, échancré suivant la partie du trou sur laquelle repose l'angle du couteau.

On empêchera aussi que le fléau ne touche les faces intérieures de la chappe, en contenant les deux extrêmités de son axe par deux petits cocqs *h h*, attachés en dehors : & pour diminuer les frottements contre ces deux pieces, on coupera les extrêmités de l'axe obliquement, de maniere qu'il ne puisse toucher d'un côté ou de l'autre, que par le bout de la ligne *c c*, ou aboutissent les deux faces du couteau.

La chappe sera portée par un anneau *K*, passé dans un bouton dont la queue entrera & tournera librement dans la traverse d'en-haut, étant retenue en-dessus par une rondelle en goutte de suif & une goupille.

Sous la traverse d'en-bas, il faut qu'il y ait un crochet ou un anneau où l'on puisse attacher un poid *I*, pour tenir plus sûrement la chappe dans une situation verticale.

On pourra figurer selon son goût, les lames de cuivre qui composent la chappe, mais il faut pratiquer quel-

ques à-jour au milieu de leur largeur, pour juger par l'aiguille si le fléau est horizontal.

La balance sera suspendue commodément, si on lui fait un support comme celui qui est représenté par les lettres *L M N*; il est composé de deux pieces principales sçavoir 1°. d'un arc *L*, terminé en volute par en-haut, avec un crochet, & emmanché par en-bas dans une tige quarrée; 2°. d'un pied à patte *M N*, ou si l'on veut, monté sur trois consoles: le montant de ce pied est creusé conformément à la tige qui est quarrée, ce creux se fait aisément, & aussi juste que l'on veut, parce que le montant est de deux pieces, que l'on joint ensemble avec de la colle-forte, & que l'on serre par en-haut avec une virole de cuivre, & par en-bas en enfonçant le tenon, (qu'on laisse fort gros) dans le trou qui est au milieu de la patte.

La tige, comme l'on voit, s'enfonce plus ou moins dans le montant, & s'arrête par une vis de pression *M*; ce support peut avoir en tout quatre pieds de hauteur, sans compter

la tige quarrée qu'on peut tirer ; pour faire monter la balance.

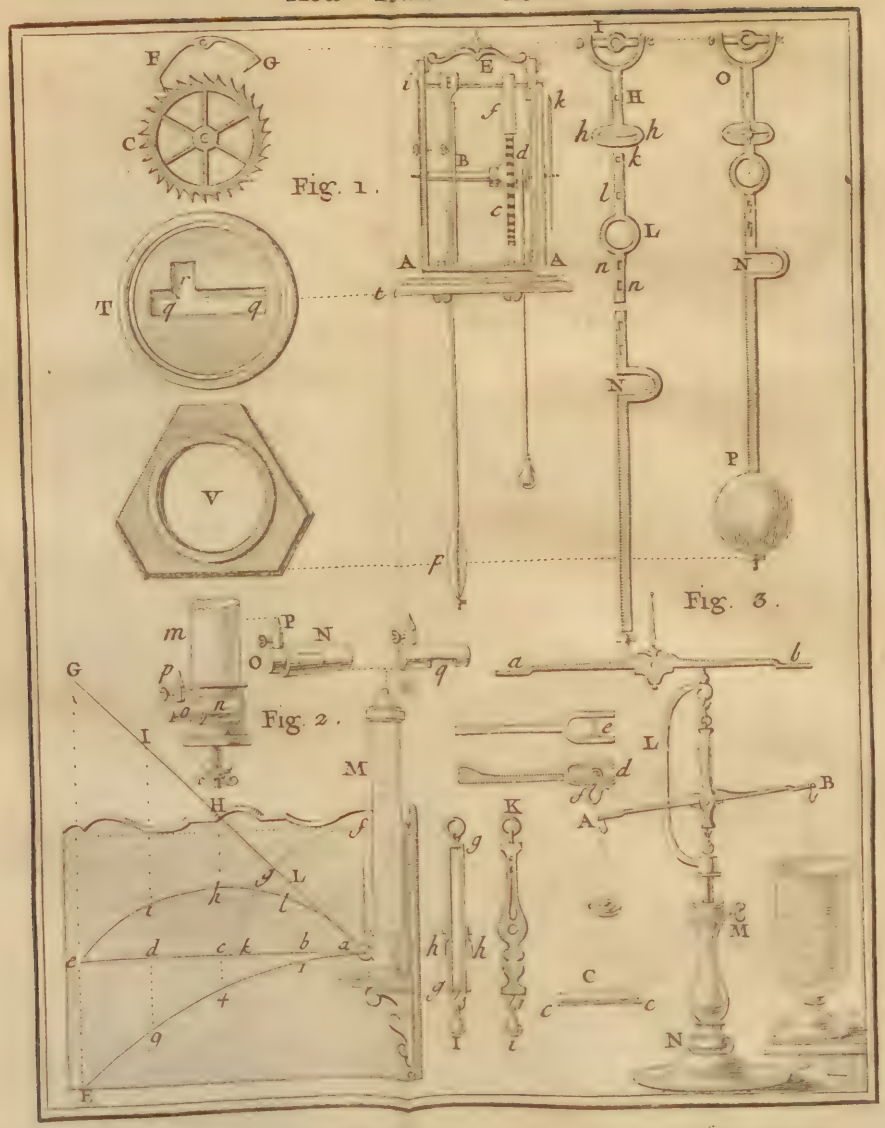
Seconde Expérience.

VII. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. Fig. 2.*

LE verre de la figure citée en marge peut avoir dix pouces de hauteur sur quatre pouces de diametre : il est à peu-près cylindrique, ouvert de toute sa largeur par en-haut, il a par en-bas, un goulot qui a un pouce & demi de diametre ; si l'on n'a pas la commodité de le faire faire exprès, on pourra prendre un de ces bocaux ou lenternes que les Fayanciers montent sur des pieds de chandelier, pour tenir des bougies allumées sur la table, dans des endroits où il fait du vent.

La virole de cuivre *A*, *Pl. XIII. Fig.* 1. doit être bien cylindrique & bien adoucie par-dedans, elle peut avoir dix lignes de diametre ; elle est ouverte de toute sa largeur par les deux bouts, & vers le milieu de sa longueur on a soudé en dehors un anneau plat *a*, qui s'applique sur le fond du grand vase, quand on la cimente dans le goulot.

Au-dessus de cet anneau, est une


F
G
C
E
i
k
f
B
d
c
A
A
Fig. 1.
T
q
q
t
V
I
H
h
h
k
l
L
n
n
N
O
N
P
f
Fig. 3.
m
P
N
O
p
n
Fig. 2.
G
I
M
H
f
g
L
i
k
l
e
d
c
k
b
a
q
F
K
g
h
h
I
i
a
b
c
L
d
B
A
M
C
c
c
N

partie ravalée à demi épaisseur, comme aux étuis à coulant, pour recevoir la virole *B*, qui est attachée avec du mastic au tuyau de verre *C*. Ce tuyau doit avoir intérieurement, un diametre égal à celui de la virole *A*, & quand ils sont joints l'un à l'autre, cet assemblage ne doit point s'élever plus haut que le bord du grand vase.

Au lieu d'un simple bouchon de liege, servez-vous d'un petit pilon *D*, que vous préparerez de la maniere qui suit. Choisissez un fil de fer non pailleux, un peu plus gros qu'une aiguille à tricoter : à un pouce & demi près de l'une de ses extrémités, soudez une rondelle de cuivre *E*, dont le diametre soit d'une ligne plus petit, que celui de la virole *A*, pris intérieurement ; enfilez sur la tige *f*, une molette de liege de sept lignes de hauteur & un peu plus grande en diametre que la rondelle de cuivre ; sur cette molette mettez une rondelle de peau de gant bien fine, qui excéde de quatre lignes tout autour : ajoutez encore un cylindre de liege pareil au précédent, avec une

autre rondelle de peau, & par-dessus le tout, une seconde rondelle de cuivre semblable à la premiere, percée & taraudée au centre, pour entrer à vis sur le bout de la tige, & serrer tout l'assemblage *G*; trempez toutes ces pieces dans l'huile d'olives, & ensuite poussez-les toutes ensemble dans la virole *A*, l'excédent des rondelles de peau se couchera sur les lieges, & vous aurez un piston qui s'ajustera mieux que tout autre, à la cavité de la virole dans laquelle il doit monter & descendre : si ce piston se trouvoit trop serré, vous le rendriez plus aisé, en diminuant un peu la grosseur des lieges avec une lime; comme aussi, s'il étoit trop lâche, vous le grossiriez en garnissant les lieges avec un fil de coton tourné deux ou trois fois autour, & sur lequel vous rabatteriez les peaux.

Le goulot du grand vase, garni de la virole *A*, traverse l'épaisseur d'une tablette *H I*, chantournée à-peu-près comme *h i*, ornée d'une moulure qui regne autour, & portée sur trois petits pieds de biche qui l'élevent de quatre à cinq pouces.

Sur la partie *I*, de la tablette, s'éleve un montant *K*, qui excede de quatre pouces la hauteur du grand vaſe; il eſt garni par en-haut de deux lames de cuivre, dont l'épaiſſeur eſt noyée dans le bois, & qui laiſſent entr'elles un intervalle de quatre lignes. Cette eſpece de fourchette eſt traverſée par un clou d'épingle qui ſert d'axe ou de point d'appui au levier *L M*.

Ce levier eſt terminé de part & d'autre par une portion de cercle dont le centre commun eſt au point d'appui dont je viens de parler, & ſur l'épaiſſeur de ces arcs, on a creuſé une gorge ſemblable à celle d'une poulie; le trou par où paſſe le clou d'épingle, & qui eſt le centre des arcs *L* & *M*, eſt fait dans un petit moyeu de cuivre, taillé à pans, chaſſé à force dans l'épaiſſeur du levier & qui déſafleure un peu le bois de part & d'autre, pour diminuer les frottements.

Un gros fil de ſoie attaché en *m*, & terminé par une boucle, reçoit le bout du piſton *D*, qui eſt formé en crochet; & en *l*, eſt fixé un autre fil

semblable, qui soutient un petit bassin de balance fort léger : quand le levier *L M*, est horizontal, il faut que le corps du piston se trouve dans la virole *A*, au niveau du fond du grand vase.

Quand on fera l'expérience dont il s'agit ici avec cette machine, on fera voir avec plus d'exactitude & de facilité, que le piston est toujours également chargé, soit qu'on empliſſe seulement le tuyau *c b*, soit que ce tuyau étant ôté, on rempliſſe entiérement le grand vase ; car dans l'un & dans l'autre cas, si l'on tient l'eau à la même hauteur, il faudra le même poids dans le bassin de balance, pour empêcher la piston de tomber. Avec cette machine je ne fais point la quatrieme expérience ; elle se fait mieux avec l'appareil de la septieme que je décrirai bien-tôt.

Troisieme Expérience.

VII. J. ESON. I Sect. Pl. 2. Fig. 5.

POUR faire cette expérience, il suffira d'avoir trois tuyaux de verre, dont un soit coudé en équerre par en-bas comme *A*, *Fig.* 2. un autre recourbé parallelement à lui-même à

comme *B*, & un troiſieme tout droit, comme *C*; tous ces tuyaux ſeront ſuffiſamment gros, s'ils ont trois à quatre lignes de diametre intérieurement; il ſuffira auſſi qu'ils aient un pied de longueur.

A l'occaſion de l'eau qui monte juſqu'à ſon niveau dans un tube ouvert qu'on y plonge, il eſt à propos de faire connoître comment on prépare les ſeaux d'une grande capacité, pour qu'ils ſe rempliſſent ſans ſe coucher, ou ſans s'incliner dans un puits trop étroit. C'eſt par le moyen d'une ou de pluſieurs ſoupapes qu'on établit au fond de ces vaiſſeaux: on en peut faire un modele, de la maniere ſuivante.

Prenez un grand gobelet de cryſtal *N*, *Fig.* 3. qui ne ſoit pas trop évaſé; coupez-en le fond, ou uſez-le avec du grès & de l'eau, ſur un plateau de fer ou de cuivre; ſubſtituez à ce fond, une plaque de métal *p p*, garnie d'une virole de grandeur convenable pour embraſſer le gobelet par en-bas, & pour s'y joindre avec du maſtic.

Faites au milieu de la plaque, un

trou à passer le bout du doigt : soudez-y une virole intérieurement conique, qui dépasse d'une ligne de chaque côté, c'est-à-dire, tant en dessus qu'en dessous. Ajustez dans cette virole, avec du sable & de l'eau, un cône tronqué de métal qui la bouche exactement : & afin qu'il soit moins pesant, & qu'il se souleve plus aisément, faites-le creux comme les poids de marc.

Ajustez à ce cône tronqué, (plein ou évidé) un axe de fil de laiton, que vous ferez passer dans un pont, fait avec une petite lame de cuivre pliée par les deux bouts à angles droits, & rivée ou soudée à la plaque qui doit servir de fond au vase de verre ; afin que le cône tronqué venant à s'élever, ne puisse jamais sortir entiérement de sa virole : voilà ce qu'on nomme une *Soupape*. Quand on plongera le vase *N*, perpendiculairement, l'impulsion de l'eau qui fera effort pour y entrer, soulévera le bouchon conique, & passera par l'intervalle que ce soulévement fera naître entre lui & la virole ; & après son émersion, l'eau qui posera dessus le tiendra fermé.

Au lieu de retrancher entiérement le fond du vaſe de verre, on pourra ſe contenter d'y faire un trou, capable de recevoir la partie excédente par en-bas de la virole conique; alors on établira la ſoupape ſur une petite plaque ſans rebord, que l'on attachera avec du maſtic dans le fond du gobelet.

Quand on voudra faire voir comment ce ſeau à ſoupape s'emplit, il faudra le faire deſcendre dans un vaſe de verre qui ſoit un peu profond; la tranſparence du verre laiſſera voir ce qui s'y paſſe, & la grande profondeur fera que la ſoupape ſe lévera plus facilement.

Ces ſortes de ſeaux tournent ordinairement dans une anſe, qui les prend un peu au-deſſus du centre de gravité, afin qu'étant accrochés par le bord, lorſqu'on les a fait monter à l'endroit où ils doivent ſe décharger, ils s'inclinent facilement, pour verſer leur eau dans un bacquet, au bord duquel eſt une eſpece de crochet propre à produire cet effet.

Dans notre modele, la ſuſpenſion ſe fait, par le moyen d'un cercle plat

de cuivre *o o*, qui entoure le verre préſqu'aux deux tiers de ſa hauteur, & auquel l'anſe ſe joint par deux vis à tête, diamétralement oppoſées.

Tout vaiſſeau de verre qui ſera un peu large ſera bon pour cette expérience, en cas de beſoin on ſe ſervira d'un récipient de machine pneumatique renverſé : l'eau colorée s'apperçoit plus diſtinctement & de plus loin que l'eau claire ; celle qui eſt teinte avec l'orſeille, a une propriété qui lui mérite la préférence, elle ne tient point au verre, ou elle s'en détache très-aiſément.

Cinquieme Expérience.

VII. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 6.*

L'INSTRUMENT dont on ſe ſert dans cette expérience, n'a pas beſoin d'autre explication, que la figure citée en marge ; j'avertirai ſeulement, que ce ſiphon doit être fait avec un tube de verre qui n'ait pas moins que deux lignes & demie ou trois lignes de diametre, afin que ni l'une ni l'autre de ſes branches, ne ſoit affectée de la propriété des eſpaces capillaires : on peut donner

huit à dix pouces de longueur aux branches du siphon.

Sixieme Expérience.

VII. LEÇON I. Section. Pl. II. Fig. 7.

SI l'on n'a point de grand vaisseau, comme *GH*, fait exprès pour cette machine, on choisira chez un Fayancier un verre de lanterne; il y en a qui ressemblent par leur forme, à celui qui est dessiné dans la *Fig.* 4. on tâchera qu'il ait environ un pied de hauteur, huit à neuf pouces de diametre au plus gros, & qu'il soit bien retréci par en-bas. On le joindra avec du mastic à un pied, comme *HK*, fait partie en ferblanc, partie en bois.

H, est une grosse virole qui a le bord découpé en feston, & dont le fond est un peu embouti; ce fond est percé d'un gros trou au milieu pour recevoir le bord d'une virole cylindrique *h*, qu'on y soude exactement; cette même virole se soude aussi par en-bas, à une boule écrasée *I*, formée de deux calotes, bien jointes & bien soudées par leurs bords. La calote inférieure n'est point percée, elle est soudée sur une virole *i*, qui a un bon

pouce de hauteur, dans laquelle entre la tige du pied de bois *K*; la hauteur *K H*, est d'environ neuf pouces.

Au milieu de la boule creuse *I*, est soudé le canal horizontal *L M*, qui est représenté plus en grand par *N O*, comme s'il étoit vû de haut en bas, & par *n o*, comme quand on le regarde de côté. Au bout *N* ou *M* de ce canal, est une bride, qui a un pouce & demi de longueur & un pouce seulement de largeur; elle reçoit un cube de cuivre *S*, qui porte en avant un bout de tuyau rond *r*, qui n'a que quatre lignes de longueur, sur six lignes de diametre, il est surmonté d'une virole dans laquelle s'attache un tuyau de verre avec du mastic; ce cube est percé suivant l'axe de la virole, & suivant le bout de tuyau *r*, de maniere que les deux trous se joignent au centre de la piece. Quand ce cube est entré dans la bride, il est poussé par la vis de pression *n*, & le bout de tuyau *r*, étant entré dans l'embouchure du canal, la face du cube presse entr'elle & lui, un anneau plat de cuir gras, qui rend la jonc-

tion plus exacte : au milieu du canal, eſt un robinet qui ſert à ouvrir & à fermer la communication entre le grand vaſe *G H*, & le tuyau que porte la piece *s r*.

Pour exécuter avec cette machine, l'expérience dont il s'agit ici, on ſe ſervira d'eau teinte avec l'orſeille, qu'on aura laiſſé repoſer, & tirée à clair. On placera d'abord le tuyau droit qui s'éleve parallelement à l'axe du grand vaſe, & l'on y fera monter l'eau en ouvrant le robinet, pour faire remarquer qu'elle ſe met de niveau à celle du réſervoir. On fermera le robinet & l'on ôtera ce premier tuyau, pour mettre en ſa place celui qui s'éleve obliquement, & l'on ouvrira le robinet pour y faire monter l'eau : enfin on ôtera celui-ci, pour faire la même choſe avec le tuyau qui s'éleve en faiſant pluſieurs ſinuoſités.

Le canal *M L* ou *N O*, peut être fondu en cuivre tout d'une piece avec la bride ; mais alors il faudra que la vis *p*, ait trois ou quatre lignes de diametre, afin de faire paſſer par le trou de ſon écrou, l'outil

qui doit creuser la place du petit tuyau *r*. Car il faut que ce guide ait lui-même un trou de deux bonnes lignes de diametre, afin de continuer celui du canal ; pour percer le canal bien droit, on fera tourner la piece contre le foret, comme je l'ai enseigné, premiere Partie *page* 152. & c'est par-là qu'il faudra commencer.

Septieme Expérience.

VII. LEÇON. I. Section. *Pl.* III. *Fig* 10, 11, 12, 13, & 14.

AYEZ sous les yeux les figures citées en marge & suivez la description, & ce qui est prescrit dans la *Preparation* de cette expérience ; je vais ajouter les éclaircissements qu'on pourroit désirer.

Pour les dimensions de la machine, il suffit de dire que la caisse *A B*, doublée de plomb laminé, a vingt pouces de longueur, dix pouces de largeur, & six pouces de profondeur ; elle est ornée de moulures sur ses quatre côtés en-haut & en-bas ; & son fond, vers un des bouts, est percé & garni d'une virole de cuivre, avec un bouchon de même métal, ajusté avec du sable, comme la clef d'un robinet,

figure 10.

robinet, pour faire écouler l'eau après l'expérience.

Les deux montans *A C*, *B D*, ont seize pouces de hauteur ; ils ont par en-bas autant de largeur, que les petits côtés de la caisse, dans l'épaisseur desquels ils sont assemblés, collés & chevillés : après un chantournement de cinq à six pouces de hauteur, le reste est droit, & réduit à quatre pouces de largeur. Les coulisses qui sont creusées sur les faces intérieures, ont quatre lignes de profondeur, & sont plus larges au fond, qu'aux bords, parce que les pieds de la piece *E F*, y entrent en queue d'aronde ; & afin que ces pieds puissent se hausser, se baisser, & s'arrêter, à telle hauteur qu'on voudra, avec les vis à oreilles *C*, *D*, dont ils portent les écrous, on a fait au milieu de la largeur de chacun des montants, une rainure à jour de huit pouces de hauteur, sur trois lignes de largeur.

Chaque pilier *E* ou *F*, a trois pouces & demi de hauteur ; au lieu de l'ouvrir en fourchette par le haut, on fera mieux d'y former une partie

platte, sur les deux faces de laquelle on attachera des lames de cuivre, avec une vis qui traversera le tout, & qui aura son écrou dans l'une des deux lames; & pour empêcher qu'elles ne tournent, on ménagera au bas de chacune d'elles, une pointe qui entrera dans le bois : ces deux piliers sont à huit pouces de distance l'un de l'autre.

On fera entrer à force dans chacun des deux leviers *G*, *H*, un petit moyeu de cuivre, pour recevoir l'axe sur lequel il doit tourner, & qui sera une petite vis à tête fendue, lisse dans toute sa longueur, excepté le bout, qui trouvera son écrou dans la derniere lame.

Figure 11. Le trépied est de fer verni ou peint à l'huile, pour éviter la rouille; il est composé d'un cercle plat de six lignes de largeur, & de trois pieds qui ont chacun deux pouces de hauteur, & par en-bas, une partie platte garnie d'un cuir & d'une vis qui traverse le fond de la caisse, & qui est ferrée en dessous avec un écrou quarré dont l'épaisseur est noyée dans le bois. Au moyen d'un cuir interposé, l'eau ne

peut pas fuir par les trous : & les écrous noyés, n'empêchent point la caisse de poser à plat.

Le cylindre creux est fondu en cuivre, il a quatre pouces de hauteur, & il est bien alaisé d'un bout à l'autre par-dedans : il est tourné, ou limé par-dehors, avec une feuillure en bas, pour entrer juste dans le cercle du trépied, où il est fixé par trois vis qui désafleurent de quelques lignes par-dedans. Sur le haut de ce cylindre, sont formés au tour cinq à six filets de vis, avec une portée bien droite au-dessous, qui a six lignes de largeur, & qui est ornée d'une moulure sur son épaisseur.

Immédiatement au-dessus du trépied, au cylindre creux, est soudé un bout de tuyau, gros comme le doigt, tourné en vis par-dessus, avec une portée, garnie d'un anneau de cuir, pour être bouché avec un couvercle à oreilles, comme on le voit en *K* ; & le cylindre, à l'endroit où répond ce tuyau, est percé de plusieurs trous, afin que l'eau puisse s'écouler par là, & que le piston, n'y trouve rien qui gêne son mouvement.

Pour construire le piston (qui doit avoir environ trois pouces de diametre sur vingt lignes de hauteur) on suivra le procédé que j'ai décrit à l'occasion de la seconde expérience *page* 269, en observant 1°. de proportionner la grosseur de la tige, & l'épaisseur des rondelles de cuivre, à la grandeur de la machine; 2°. d'employer au lieu de peau de gant, du cuir de veau mince & souple, & qui ait trempé pendant vingt-quatre heures dans un mêlange d'une partie de suif avec deux parties d'huile d'olives, simplement liquéfié; 3°. de terminer la tige du piston par une boucle, qui n'excéde que d'un pouce ou environ la rondelle supérieure du piston.

Si l'on est à portée de faire faire des vaisseaux exprès pour cette machine, on les demandera en cristal; ou si on ne les peut avoir que de verre, on recommandera qu'ils soient d'une épaisseur proportionnée à leur grandeur.

La hauteur qui sera la même pour tous, ne doit pas être moindre que de quatorze à quinze pouces, & tous

seront d'une figure cylindrique, hors celui de la *Fig.* 13.

Le vaisseau *N*, & celui de la *Fig.* 14. sont tout-à-fait semblables, ou c'est le même, si l'on veut, qui sert dans les deux cas. Il a trois pouces & demi de diametre par-tout, mais les deux bouts sur une longueur de huit à neuf lignes, sont rétrécis d'un demi pouce, pour recevoir leurs garnitures. *Figures 10 & 14.*

Celui de la *Fig.* 12, n'est qu'un simple tube, d'un pouce, ou d'un pouce & demi de diametre: & celui de la *Fig.* 13. doit avoir douze à treize pouces d'évasement, avec un gros filet au bord, pour lui donner de la force. *Figure 12.* *Figure 13.*

Si l'on n'est point à portée des Verreries, il faudra chercher chez les Fayanciers une de ces lanternes cylindriques que l'on monte sur des chandeliers, choisir la plus haute qu'on pourra trouver, couper le goulot & la partie voûtée, pour suppléer à la piece *N*; il faudra ensuite y assortir, tant pour la hauteur, que pour la largeur du bas, une de ces lanternes d'escalier, dont j'ai fait

mention à l'occasion de la sixieme Expérience ; avec ces deux pieces, & un bout de tube, on pourra se passer d'avoir recours aux Verreries.

Les viroles dont ces vaisseaux sont garnis par en-bas, & qui y sont attachées avec du mastic, sont coulées en cuivre, & tournées ensuite par-dedans & par-dehors ; elles portent en dedans des filets de vis conformes à ceux du cylindre creux, & en dehors, un cercle plat, pour s'y joindre avec un anneau de cuir gras interposé. Comme le vaisseau de la *Fig.* 12. n'a pas la même largeur que les autres, on soudera à la virole à vis qui lui est destinée, un petit dôme de ferblanc ou de laiton, ouvert & garni par en-haut d'un colet qui se joigne au tube avec du mastic.

Les vaisseaux cylindriques sont garnis par en-haut de cuvettes rondes & peu profondes, qu'on peut faire en ferblanc, ou en laiton, pour recevoir l'eau qu'on souleve avec le piston.

Figure 14. La lanterne cubique de la *Fig.* 14. est faite avec des feuilles de ferblanc les plus fortes ; la face de dessous por-

te un cercle plat qui entre dans le trépied de la caisse *A B*, & qui s'y arrête avec les trois mêmes vis, dont on se sert dans les autres cas, pour retenir le cylindre creux ; la face de dessus est ouverte d'un trou rond qui a trois pouces & demi de diametre, au bord duquel est soudée une virole tournée en vis par-dessus, pour recevoir celle du vaisseau cylindrique qui doit s'y joindre, avec un anneau de cuir gras interposé : des quatre autres faces il y en a une qui est ouverte comme celle de dessus, & qui porte une virole tournée en vis par-dedans, & garnie d'un bord plat, pour recevoir le cylindre creux avec son piston. La poulie *o*, est de cuivre, ainsi que la fourchette dans laquelle elle tourne : on doit la placer de maniere que la chaîne de laiton, qui l'embrasse par-dessous, étant accrochée d'une part au centre du piston, & de l'autre part à la tige de métal tirée par les leviers *G*, *H*, les deux bouts suivent des tangentes qui se joignent à angle droit au centre de la cage.

Les trois autres côtés de la lante-

ne sont garnis de morceaux de glace un peu épaisse, de figure quarrée ou ronde, placés par-dedans & mastiqués dans des feuillures formées au marteau ; & la piece ainsi préparée doit se placer sur le trépied, de façon que le cylindre dans lequel est le piston, se trouve tourné vers un des bouts de la caisse, & que le tuyau d'écoulement *K*, regarde l'un des grands côtés.

Vous commencerez l'expérience avec le vase cylindrique *N*; & vous chargerez les deux seaux ou bassins *L*, *M*, jusqu'à ce que les leviers *G*, *H*, placés horizontalement commencent à peine à enlever le piston. Vous continuerez avec celui de la *Fig.* 12. & ensuite avec celui de la *Fig.* 13, & vous la finirez par celui de la *Fig.* 14: si la saison est bien froide vous employerez de l'eau un peu dégourdie, afin que la graisse du piston soit assez fluide pour en faciliter le mouvement.

Pompes foulantes.

VII LEÇON II. SECTION *Pl. IV. Fig.* 19.

LES pompes foulantes dont il est fait mention à la suite de la septieme expérience, & qui sont représentées par la

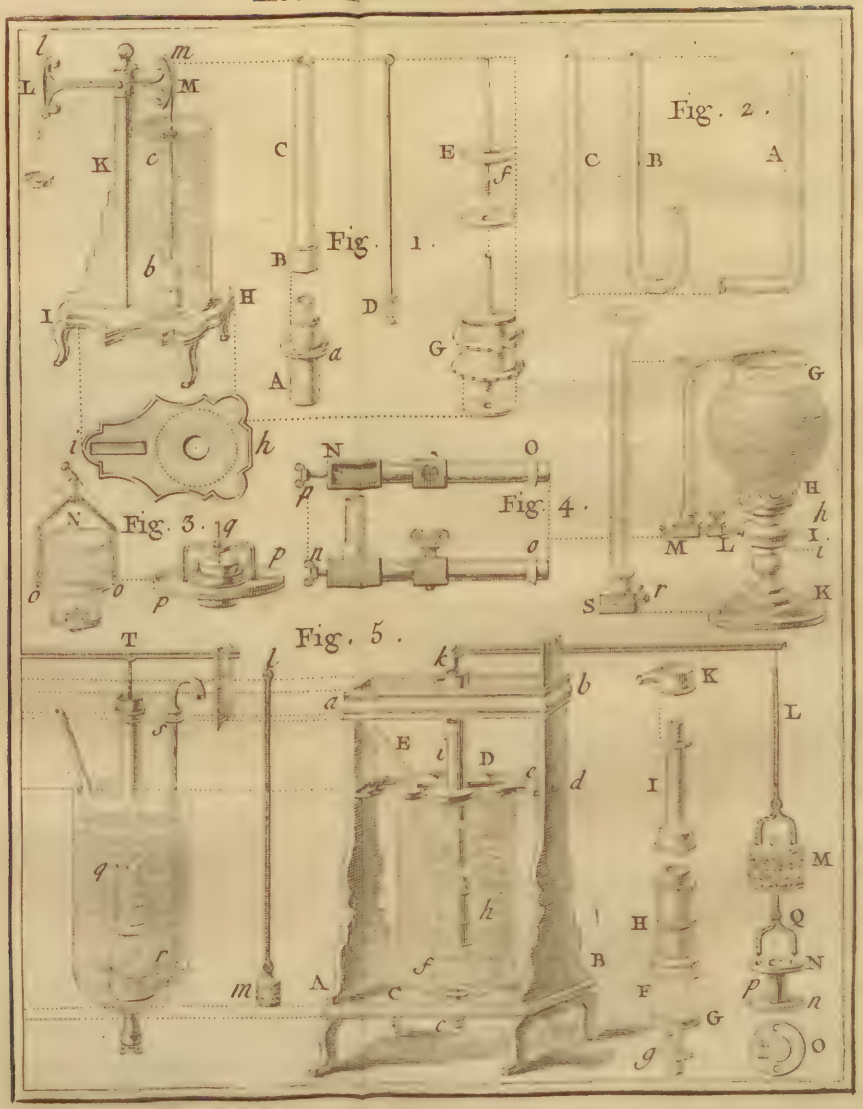


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

la *Fig.* 19 ne pouvant se trouver ni dans un cabinet, ni dans une école de Physique ; il faut les montrer en modeles, & les construire de maniere qu'on puisse faire voir aisément les principales pieces qui les composent, & leurs différentes fonctions. On pourra les exécuter de la maniere suivante.

A a, *B b*, *Fig.* 5. est un bâtis qui peut avoir vingt-deux pouces de hauteur sur treize à quatorze pouces de largeur : il est composé de deux montants *A*, *B*, d'une tablette *C*, d'une traverse *D*, & d'un auge doublé de plomb laminé *a b*.

Les montants ont trois pouces & demi de largeur dans presque toute leur longueur, mais ils s'élargissent de deux pouces de chaque côté en joignant la tablette d'en-bas, & forment en-dessous un empatement de quatre pouces de haut sur sept pouces de largeur.

La tablette *C*, est assemblée à demeure : elle est percée au milieu pour recevoir le goulot d'un récipient de machine pneumatique, de neuf à dix pouces de hauteur, sur six ou sept

pouces de largeur ; afin que ce vaisseau pose mieux, on creusera un peu la tablette, ou bien on collera dessus, un cercle de bois tourné, & ajusté à la figure du verre.

La traverse *D*, est chantournée, elle a au milieu & aux extrêmités trois pouces & demi de large, comme les montants, & elle est percée de deux trous, l'un au milieu pour donner passage au tuyau montant de la pompe ; l'autre entre le milieu & l'un des montants, pour laisser passer un tuyau de décharge *E*, qui vient d'en-haut. La traverse *D*, n'est point assemblée à demeure ; elle a deux tenons en queue d'aronde, qui descendent dans des tasseaux attachés aux montanst, & elle est arrêtée par deux vis à têtes plates, comme *d*, qui ont leurs écrous *e e*, noyés dans les bouts de la tablette. Cette piece est appuyée sur le bord du récipient pour le contenir, & si l'on veut faire mieux, on y creusera deux portions de rainure circulaire d'une ligne de profondeur dans lesquelles on fera entrer bien librement, deux parties du bord de ce vaisseau.

Les deux petits côtés de l'auge *a i*, ont deux mortaises en-dessous, pour recevoir les tenons des montants, & cet assemblage est arrêté par deux goupilles, qui se mettent par dehors, & qui ont une tête, ou une boucle, afin qu'on puisse les ôter.

La pompe est composée de quatre parties principales ; 1°. d'une chambre formée avec du verre, pour faire voir comment l'eau entre & se met en prise sous le piston qui doit la refouler ; 2°. d'un corps de pompe consistant en un cylindre creux de cuivre & en un piston garni d'un clapet ; 3°. d'un tuyau montant, par lequel l'eau s'éleve & se décharge ; 4°. d'un levier, auquel s'applique la force motrice qui doit faire agir la pompe.

Le verre de la chambre *F*, est cylindrique, & il est ouvert par les deux bouts, il n'a que deux pouces de hauteur, après quoi, il se retrécit un peu pour recevoir le corps de pompe, auquel il se joint avec du mastic ; il se joint de même à la piece G, qui l'embrasse par une virole de demi pouce de hauteur, & dont

le fond qui eſt percé, porte une autre virole de deux pouces de longueur; celle-ci va en diminuant de groſſeur afin quelle puiſſe entrer d'un demi pouce au moins dans le goulot, qui eſt au fond du récipient, & s'appuyer par un cercle plat ſoudé à cette diſtance: entre ce cercle *g*, & la partie qui reçoit le verre *F*, la virole eſt percée de pluſieurs trous par leſquels l'eau du récipient peut entrer aiſément, & promptement.

Le corps de la pompe *H*, qui eſt fondu en cuivre, alaiſé par dedans, & tourné par dehors, a dix-huit lignes de diametre, & quatre pouces de hauteur; par en-haut il eſt ravalé à demie épaiſſeur, ſur une longueur de trois lignes & l'on y a tourné des filets de vis. Il ſe joint par là à un tuyau *I*, de dix lignes de diametre, élargi par en-bas avec une virole tournée en vis par-dedans, & qui preſſe entre ſon bord & la partie qui eſt au-deſſous de la vis du corps de pompe, un anneau de cuir gras pour rendre la jonction bien exacte.

A ce même tuyau on a ſoudé en haut un anneau plat & au-deſſus, une

virole tournée en vis, qui traverse le fond de l'auge *a b*, & sur laquelle se monte le tuyau de décharge *k*; il faut encore que cette jonction soit aidée par des anneaux de cuir gras placés tant par-dessus que par-dessous, afin que l'eau qui entre dans l'auge n'en puisse point sortir par-là: on joindra de même le tuyau de décharge, qu'on voit en *E*.

Le piston *l m*, représenté plus en grand par *L M*, est composé de deux rondelles de cuivre *N*, *n*, jointes ensemble par un bout de tuyau *p*, qui a deux pouces de longueur sur six lignes de diametre. Ce tuyau est attaché à demeure ou par une rivure ou par une soudure à la rondelle d'en-haut, & par en-bas, il a deux ou trois filets de vis & une portée pour recevoir l'autre rondelle, qui par ce moyen peut s'ôter & se remettre quand on veut: de ces trois pieces ainsi assemblées il résulte une espece de bobine ouverte d'un bout à l'autre par un trou de trois ou quatre lignes de diametre. Ce trou est couvert par un clapet, attaché sur la rondelle d'en-haut comme on le voit

en O. Ce clapet n'eſt autre choſe qu'une petite plaque de métal garnie par-deſſous d'un morceau de cuir dont on laiſſe excéder une partie, par laquelle on l'attache avec deux clous rivés, & qui lui laiſſe la liberté de s'élever un peu & de s'abaiſſer ; il en faut un ſemblable ſur le fond de la piece G, qui eſt percé au centre comme je l'ai dit plus haut.

Sur la rondelle ſupérieure eſt rivée une fourchette Q, qui laiſſe le jeu libre au clapet, & qui eſt jointe à la tige du piſton, par une tête fendue comme celle d'un compas ; on remplit l'intervalle d'une rondelle à l'autre par deux petites molettes de liege recouvertes comme celles du piſton de la machine que j'ai décrite à la *page* 269 ; mais ceux-ci au lieu d'être recouverts avec de la peau imbibée d'huile, le ſont avec deux petits morceaux de drap de laine, qui conviennent mieux ici.

Sur un des bouts de l'auge *a b*, eſt élevée une fourchette qui ſert de point d'appui à un levier du premier genre, au bout duquel ſe joint le haut de la tige du piſton avec un mou-

vement de charniere, ſemblable à celui d'en-bas & dans le même ſens; l'autre bras du levier, deux ou trois fois plus long eſt celui par lequel on fait aller la pompe, dont voici l'effet: quand le piſton ſe leve, l'eau du grand vaſe pouſſée par ſon poids entre par les trous de la virole *g*, ſoulève le clapet qui eſt au fond de la piece *G*, & remplit la chambre *F*, preſſée enſuite par le piſton deſcendant, & ne pouvant refluer dans le grand vaſe à cauſe du clapet qui eſt en *G*, elle paſſe par la virole *p*, au-deſſus du piſton, où elle eſt retenue par le clapet qui eſt deſſus la platine ſupérieure: ce qui étant répété pluſieurs fois, fait que le corps de pompe & le tuyau montant deviennent pleins, & ſi l'on continue de faire aller le piſton, l'eau ſe décharge dans l'auge *a b*.

Quand on veut vuider l'eau de la pompe & du récipient, on ôte un bouchon de liege qui eſt en *c*, & qui doit toujours reſter en place, quand la machine eſt en expérience.

Avec la pompe que je viens de décrire, on ſouleve une colonne d'eau

qu'on fait passer sur le piston ; en voici une autre avec laquelle on pousse une colonne d'eau appuyée contre la base du piston.

Cette pompe peut être montée dans un bâtis pareil à celui de la précedente : elle peut être aussi construite avec les mêmes pieces ; voici en quoi elle doit différer. Au lieu de laisser entrer l'eau par-dessous le piston pour la faire passer par-dessus, on la laisse descendre par des trous pratiqués en *q*, c'est-à-dire, un peu au-dessus de l'endroit où le corps de la pompe se joint au tuyau montant ; on place le clapet sous la rondelle inférieure du piston, on tient la pompe bien fermée par en-bas, & l'on fait monter à côté, un tuyau *r s*, qui se joint à vis par en-bas à la virole, à laquelle la chambre de verre est mastiquée.

Pour cet effet, on tient cette virole d'un pouce & demi de hauteur, on y soude en dehors un bout de tuyau de quatre lignes, fermé par un fond bien dressé, avec un trou de deux lignes & demie de diametre au milieu, & sur ce trou, un petit

clapet qui ait son jeu libre sans déborder ; on ne peut gueres donner moins de sept à huit lignes de diametre à cette partie saillante ; il faut qu'elle ait en-dessus trois ou quatre filets de vis avec une portée couverte d'un anneau de cuir gras, pour se joindre exactement au tuyau *r s*, dont le bout d'en-bas portera une vis intérieure, avec un coude assez long, pour ne pas gêner le clapet. Le levier par lequel on fera jouer la pompe sera du second genre, comme on le voit en *T*.

On voit que la pompe étant ainsi disposée, à mesure qu'on éleve le piston, l'eau passe dessous, en traversant le tuyau qui joint les deux rondelles, & en faisant baisser le clapet, jusqu'à ce que la chambre soit remplie ; on voit pareillement qu'en abaissant le piston, l'eau qui ne peut pas remonter par où elle est descendue, à cause du clapet qui s'applique sur le trou, est obligée de passer dans le tuyau montant *r s*, en soulevant le petit clapet qui est au bas, & qui l'empêche de rentrer dans la chambre, tandis qu'on remonte le piston.

Comme les pieces qui composent ces machines sont souvent mouillées, il faut éviter d'y faire entrer du fer, il les faut faire en cuivre ; il est aussi indispensable de couvrir les bois avec une peinture à l'huile, ou détrempée au vernis.

Premiere Expérience.

VII. LEÇON. II. Section *Pl. V. Fig.* 20.

CE vase de verre que l'on nomme communément *passe-vin*, ou *diabétes* a cinq à six pouces de hauteur ; la partie d'en-haut *A*, *Pl. XIV. Fig.* 1. est assez semblable à la coupe d'un verre à boire de médiocre grandeur : elle communique avec une autre partie creuse *B*, d'une capacité à-peu-près égale à la sienne ; elle y communique, dis-je, par un canal d'un demi pouce de longueur, & qui a deux bonnes lignes de diametre intérieurement. Ce vase est porté sur une patte avec un petit bout de tige.

Il faut choisir du vin rouge un peu fort en couleur, & en remplir la partie *B* & le canal de communication, jusqu'à la naissance de la coupe. Il y a de gros vins qui sont trop

pesants pour cette expérience, & que l'eau ne peut déplacer ; il y en a d'autres aussi qui sont trop spiritueux & trop légers, & qui montant avec trop de viteſſe se divisent & se mêlent avec l'eau, avant d'arriver au haut du vase ; les vins de Bourgogne réussissent le mieux.

J'ai changé l'ancienne forme du passe-vin ; & je lui ai fait prendre celle d'une burette *C*, dont l'intérieur communique par le canal ordinaire avec une boule creuse *D*, qu'on remplit de vin jusqu'à l'endroit où commence la burette. Un Émailleur un peu adroit peut préparer cette piece à la lampe ; mais pour l'avoir plus solide, je l'ai toujours fait faire à la Verrerie.

La burette se pose & s'attache avec de la cire molle sur le couvercle *f*, d'une petite boîte *E* ou *e*, qui lui sert de piedestal, & qui cache aux yeux des spectateurs la partie *D*, qui contient le vin, & lui laisse à deviner comment il vient du vin à la place de l'eau qu'on a mise dans la burette.

Pour faire passer le canal de com-

munication à travers le couvercle *f* de la boîte, on aura soin que cette partie soit faite avec un morceau de bois sans nœud, & dont les fibres soient bien droites ; on fendra le morceau au milieu, & quand on aura fait entrer le verre dans un trou préparé pour cela au centre, on rejoindra les deux moitiés avec de la colle forte.

Seconde Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig. 21.*

ON trouve assez souvent ces phioles toutes préparées chez les Émailleurs, sous le nom des *quatre éléments* : si l'on se trouve dans la nécessité de les préparer soi-même, il faut choisir un bout de tube de verre gros comme le doigt, long de six pouces, le sceller hermétiquement par un bout, au feu de lampe (*a*) & le rétrecir par l'autre bout, de maniere qu'il soit presque capillaire : toute la longueur du tube étant distribuée en cinq parties égales par autant de marques que l'on fera dessus, avec du fil lié autour ou autrement,

(*a*) Voyez comment on scelle des tubes de verre au feu de lampe. *Tome I. page 103.*

on y fera d'abord couler du mercure pour remplir le premier espace, ensuite de l'huile de tartre pour remplir le second, après cela de l'esprit-de-vin coloré avec l'orseille pour le troisieme, & enfin de l'esprit de térébenthine pour le quatrieme, le cinquieme restant seulement rempli d'air. On scellera ensuite le bout du tube, & on lui fera prendre la forme d'un petit anneau auquel on attachera un nœud de ruban pour le suspendre; ou bien on y soudera la tige & la patte d'un verre à boire, pour le poser où l'on voudra.

Expérience relative à la deuxieme Proposition.

QUOIQUE j'aie dit que cette proposition n'a pas besoin de preuve: cependant il m'est venu en pensée depuis, de la prouver par une expérience fort simple, qui dispose les commençants à concevoir comment l'air qui pese sur tous les corps, ajoute à leur poids, & peut dans certaines circonstances, déterminer les liqueurs à s'élever au-dessus de leur

niveau: voici ce qu'il faut préparer pour cela.

G H, *Figure* 2. eſt un vaſe cylindrique de verre de ſept à huit pouces de hauteur & d'environ deux pouces de diametre, monté ſur une patte, & fermé par en-haut avec un couvercle de laiton qui peut s'ôter; ce couvercle eſt percé au milieu avec une virole fendue de part & d'autre pour faire reſſort, & pour contenir un tube gros comme ceux des barométres & ouvert par les deux bouts. A côté de la virole eſt un autre trou par lequel on peut faire paſſer le bout d'un petit entonnoir.

On met d'abord de l'eau teinte en rouge ou du vin juſques en *G*; enſuite on place le couvercle avec le tube, qui n'atteint pas tout-à-fait juſqu'au fond du vaſe; & au moyen de l'entonnoir on fait couler de l'eſprit de térébenthine, dans l'eſpace qui entoure le tube.

Cela donne occaſion de remarquer, que la liqueur rouge preſſée par le poid de l'eſprit de térébenthine, s'éleve au-deſſus de ſon niveau dans le tube & monte vers *H*; d'où l'on

doit conclure ce qui eſt énoncé dans la deuxieme propoſition, ſçavoir que *pluſieurs liqueurs ou pluſieurs fluides, quoique de natures différentes, peſent les uns ſur les autres en raiſon de leur denſité & de leur hauteur:* ce qui ſera bon à rappeller, lorſqu'on voudra faire entendre comment la preſſion de l'air fait monter l'eau dans les pompes aſpirantes.

Troiſieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig.* 22.

JE n'ai rien à ajouter à ce qui eſt dit dans la *préparation* de cette expérience, ſinon que le ſiphon de la figure citée en marge, au lieu d'être ſuſpendu avec un ruban, peut être monté ſur un pied comme celui de la cinquieme expérience de la premiere ſection dont j'ai parlé ci-deſſus *p.* 276. & qu'il peut lui ſervir de pendant: il faut auſſi que la hauteur de ſa planche ſoit diviſée en quatorze parties égales, & numérotées à commencer par en-bas.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

VII. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig.* 23 & 24.

ON fera plus complétement cette expérience, qui eſt celle de Tori-

celli, si, au lieu de fermer le tube hermétiquement par un bout, on se contente d'y former un orifice rebordé, & de le boucher avec un petit morceau de vessie mouillée & rabattu tout autour, que l'on liera fortement avec du fil ; car quand on aura fait voir, que le mercure se tient à vingt-sept ou vingt-huit pouces au-dessus du niveau de son réservoir, on fera remarquer de plus, en piquant la vessie avec un épingle, que le mercure se précipite, dès que l'air peut entrer par en-haut ; ce qui prouve évidemment que le mercure est soutenu à cette hauteur dans le tube, par la pression de l'air extérieur sur la surface du réservoir, tant qu'elle n'est point contrebalancée par une pression semblable.

Figure 24. Ce tuyau doublement recourbé, avec lequel on fait la cinquieme expérience, est ce qu'on nomme la *chambre de Paschal ;* cet instrument n'est pas trop bien représenté par la figure citée en marge ; si vous sçavez travailler le verre à la lampe, vous le ferez vous-même en suivant ce que je

je vais prescrire, sinon vous le ferez exécuter par un Émailleur que vous conduirez.

Vous ferez choix de deux ou trois tubes de barometres assortis pour la grosseur, & qui n'aient pas plus de deux lignes de diametre intérieurement : vous prendrez un bout de tuyau plus gros, du même verre, & vous en formerez la chambre *A*, *Fig.* 3. de deux pouces de longueur sur sept à huit lignes de diametre, se terminant de part & d'autre par un bout de tube de cinq à six pouces de longueur & de la grosseur de ceux que vous employerez pour le reste. Vous souderez l'un de ces bouts à un tube de vingt-six pouces de longueur, & vous couderez cet assemblage comme *B C D* : vous chaufferez le coude, & en y appliquant une petite masse de verre fondu, vous tirerez l'orifice *C*, que vous reborderez proprement.

Après cela, vous couderez la partie *d D*, comme *d E ;* & vous souderez en *E* un tube, qui fasse avec la partie *d E*, une longueur de trente-

un pouces, & que vous ſcellerez par en-haut.

L'inſtrument étant ainſi conſtruit, vous l'appliquerez & l'arrêterez ſur une planche taillée comme *b c e*, avec un creux dans lequel la moitié de la chambre puiſſe ſe loger; le bout du tube *b*, doit dépaſſer le bois de deux ou trois pouces, pour être plongé commodément; l'orifice *c*, doit être auſſi dégagé, afin qu'on puiſſe facilement le fermer avec un morceau de veſſie mouillée, comme je l'ai dit ci-deſſus pour le tube de Toricelli; enfin cette planche aura par en-haut, un anneau pour la ſuſpendre.

Voici maintenant comme il faut s'y prendre pour remplir la chambre de Paſcal avec du mercure; il faut en faire couler dans la cavité *a*, par l'orifice *c*, puis en tenant le doigt appliqué deſſus, on inclinera la planche, & on l'agîtera un peu dans le ſens de ſa longueur, pour faire couler le mercure dans la partie *c a e*; & quand elle ſera pleine juſqu'à l'orifice *c*, on la bouchera comme je l'ai

dit avec un morceau de veſſie mouillée ; cela étant fait on renverſera l'inſtrument, pour achever de l'emplir par le bout du tube *b*.

Tout étant bien rempli, on tiendra le tube *b*, bouché avec le doigt, juſqu'à ce qu'il ſoit entiérement plongé dans un vaſe qui contienne du mercure ; & alors on le laiſſera libre, & l'on verra tomber tout le mercure qui eſt au-deſſus de *g*, ainſi que la portion qui eſt compriſe entre *c* & *f* ; celui qui eſt au-deſſous de *f*, que je ſuppoſe à vingt-ſept ou vingt-huit pouces au-deſſus de la ſurface du réſervoir, demeurera ſuſpendu.

Mais dès qu'on aura piqué la veſſie avec une épingle, auſſi-tôt le mercure s'élevera rapidement dans le tube *g e*, juſqu'à la hauteur de vingt-ſept à vingt-huit pouces au-deſſus de ſon niveau, & celui de la branche *f b*, tombera entiérement & avec la même précipitation dans le vaſe où elle eſt plongée.

Conſtruction du Barometre ſimple. VII. Leçon. II. Section. Pl. V. Fig. 24.

CHOISISSEZ un tube qui ait trente-deux pouces de longueur, &

deux lignes de diametre intérieurement ; qu'il soit d'un verre bien net, bien uni tant en dedans qu'en dehors, & qu'on n'y ait fait passer aucune liqueur ; il faut même éviter de souffler dedans avec la bouche : des tubes que l'on destine à l'usage dont il s'agit ici, devroient rester bouchés par un bout & par l'autre, depuis qu'ils sortent de la Verrerie, jusqu'au moment où l'on veut s'en servir.

Scellez le tube par un bout, & introduisez par l'autre un fil de fer, gros comme une fine aiguille à tricoter, bien net, & assez long pour atteindre d'un bout à l'autre. Ayez dans un vase de verre, de bois, ou de terre non vernissée, du mercure dépouillé de toute humidité & de toute saleté : il suffit ordinairement pour cela, de le faire passer plusieurs fois au travers d'un linge fin, & blanc de l'essive, & de le faire légérement chauffer : s'il avoit touché du plomb ou de l'étain ou quelque autre matiere métallique capable de s'amalgammer avec lui, le seul moyen de l'en purger seroit de le distiller, en le mettant dans une cornue avec de

la limaille de fer ou d'acier, comme je l'ai enseigné. *Tome I. pag.* 347.

Vous introduirez donc, soit avec un petit entonnoir, soit avec un chalumeau de verre, du mercure bien séché & bien pur dans le tube, autant qu'il en faudra pour remplir à-peu-près le quart de sa longueur; puis ayant posé sur le bord d'une table un réchaud fort incliné, rempli de charbons bien allumés, & ne produisant plus ni flamme ni fumée, vous en approcherez de fort près la partie du tube qui contient du mercure, en la faisant tourner sur le feu, en la faisant aller & venir suivant sa longueur, pour la chauffer également par-tout, & en l'agitant pardedans avec le fil de fer pour aider les bulles d'air à se dégager: vous continuerez ainsi jusqu'à ce que le mercure ait bouilli pendant une minute ou deux; & vous l'ôterez du feu; si vous n'appercevez plus de bulles d'air, si le mercure touche bien le verre de toutes parts, ce qui doit lui donner le bruni d'une glace de miroir; alors vous le laisserez refroidir, jusqu'à ce qu'il ne soit plus que tiede, & qu'on

y puisse tenir la main sans se brûler.

Cette premiere partie du tube étant remplie comme je viens de l'enseigner, vous emplirez de même & avec les mêmes attentions, la deuxieme, la troisieme & la derniere; après quoi vous plongerez le tube dans un petit vase de verre qui doit contenir du mercure.

La figure de ce vase & sa grandeur ne tirent point à conséquence pour la bonté du barometre; mais pour certaines raisons que je vais dire, je me suis déterminé à lui donner une forme conique, un pouce & demi de diametre au plus large, avec un goulot rebordé, comme il est représenté en *A*, *Figure* 4. Quand le mercure qui est dans le tube du barometre monte ou descend, la surface de celui qui est dans le réservoir, varie de hauteur suivant le rapport des capacités, de sorte que si au lieu de plonger le tube dans un vase, on ne faisoit que le recourber par en-bas, comme un siphon renversé, quand le mercure du barometre baisseroit de quatre lignes par en-haut, il en fau-

droit compter huit, parce que montant de quatre lignes dans la branche recourbée d'en-bas, il rehausse d'autant le niveau d'où l'on part toujours, pour mesurer la hauteur actuelle du barometre.

Le mercure qui rentre dans le réservoir quand il baisse dans le tube, ne produiroit que le quart de cet effet si le diametre de ce réservoir étoit seulement le double de celui du tube; parce que cela diminue en raison du quarré des diamétres; d'où l'on doit conclure que la surface du réservoir ayant un diametre de dix-huit lignes, tandis que celui du tube n'est que de deux lignes, ce qui donne le rapport de 9 à 1, il faudroit que le barometre baissât de près de deux pouces & demi pour faire monter le mercure d'un $\frac{1}{3}$ de ligne dans le réservoir.

C'est donc pour dispenser l'observateur dans les cas ordinaires, d'avoir égard à cet effet que je donne dix-huit lignes de diametre au réservoir *A*, mais en même temps je diminue le reste de sa capacité par la figure conique, pour épargner du

mercure qui seroit employé en pure perte.

Pour attacher ce culot au tube, je commence par coller & lier avec du fil autour du goulot un petit fourreau de peau fine *B*, qui le deborde de sept à huit lignes, & je lie de même cette partie excédente autour du tube, quand il est plongé.

Pour plonger commodément le tube, vous enfoncerez la pointe du culot dans du sablon dont vous aurez rempli une tasse à caffé ou quelque vase équivalent, & qui ne soit point de métal. Vous le remplirez de mercure, tellement qu'il y en ait aussi dans la partie du fourreau qui excede le goulot; alors vous examinerez si votre tube est parfaitement plein, & s'il ne l'étoit pas, vous y ajouterez quelques gouttes de mercure: vous l'inclinerez comme *C D*, & en faisant un peu plier la peau, vous aurez soin que le mercure qu'elle contient, s'unisse avec celui du tube, sans qu'il entre aucune bulle d'air dans celui-ci. Alors élevez doucement votre tube en l'enfonçant dans le culot, en le tenant toujours exactement

tement plongé jusqu'au fond, avec la main droite, prenez le culot avec la gauche, & inclinez-le à plusieurs reprises pour ôter du mercure, jusqu'à ce qu'en redressant le tout, vous voyiez que sa surface est à la hauteur *E*.

Cela étant ainsi réglé, placez la pointe du culot dans le sable, faites tenir le tube par quelqu'un, dans une situation verticale, & liez le fourreau autour du tube avec un fil ciré. Votre barometre sera alors comme *EF*, & vous n'aurez plus qu'à l'attacher sur sa planche avec du fil de laiton, & piquer le fourreau avec une épingle ou avec la pointe des ciseaux, pour donner un accès plus libre à l'air extérieur.

La planche peut être dans un cadre doré ou verni, & orné comme on voudra; mais il faut y creuser la place du culot, & marquer la ligne de niveau à l'endroit où l'on apperçoit la surface du mercure, quand le barometre est d'aplomb. A compter de cette ligne, on divisera la planche en vingt-neuf pouces, dont les trois derniers seront subdivisés en

lignes. A côté de cette derniere partie de la diviſion, on tendra un fil de laiton ſur lequel ſera enfilé une petite main d'émail, ou un autre index, avec lequel l'obſervateur pourra ſuivre les variations du barometre.

On peut orner le haut de la planche d'un cartouche dans lequel on écrira *Barometre ſimple & lumineux*, parce qu'en effet c'eſt de tous les inſtruments de cette eſpece, celui qui a le mieux conſervé ſa ſimplicité primitive; & parce que ſi l'on fait balancer le mercure dans un lieu privé de lumiere, on en verra un trait aſſez brillant, dans la partie du tube qui eſt vuide.

Je voudrois qu'on s'abſtînt de mettre à côté des trois derniers pouces de l'échelle, *temps variable; beau-temps, pluie ou vent*, &c. car comme la hauteur moyenne du barometre n'eſt pas la même par-tout, & que ſouvent le temps commence à être beau ou vilain, lorſque le mercure ne fait que commencer à monter ou à deſcendre, & avant qu'il ſoit parvenu à l'endroit de la planche où

cela eſt marqué ; il s'en ſuit que bien des gens accuſent le barometre d'infidélité, tandis qu'il eſt fort innocent. On ne ſe trompera preſque jamais, ſi n'ayant aucun égard, à toutes ces inſcriptions, on conclut qu'on aura bien-tôt du vent ou de la pluie, en voyant le mercure deſcendre d'une quantité notable en peu de temps, fût-il encore vis-à-vis l'endroit où l'on a marqué *beau temps*; & de même, que le temps va devenir plus calme & plus beau, le mercure fût-il encore très-bas, s'il commence à remonter de ſuite & avec une certaine promptitude.

Barometre à Cadran.

UNE des principales raiſons qui avoient fait imaginer des barometres plus compoſés que celui que je viens de décrire, c'eſt le peu d'étendue de ſa marche, qui ſe renferme ici dans un intervalle de deux pouces & demi, & qui eſt encore plus courte dans les climats qui approchent davantage de l'équateur. Mais avec un barometre ſimple, on rend les mouvements du mercure beaucoup plus ſen-

sibles par un moyen que je vais expliquer.

A B, *Figure* 5. est un barometre simple, en siphon : les deux parties *A* & *B*, sont grosses comme le doigt, & ont chacune quatre pouces de longueur ; elles sont bien cylindriques, & de même diametre intérieurement : dans tout le reste, le tuyau n'est pas plus gros, que dans les barometres ordinaires, afin d'employer moins de mercure. *c*, est une petite poulie d'yvoire très-mobile, dont l'axe porte une aiguille bien légere & bien en équilibre avec elle-même ; la gorge de la poulie est quarrée dans le fond ; un fil de soie qui fait deux tours dessus, porte par un bout un poids de fer qui surnage le mercure en *B*, & par l'autre bout un petit contre-poids *d*, qui empêche le fil de glisser sur la poulie.

On voit par cette description & par la figure, que quand le mercure de la partie *A* descend, celui qui est en *B* monte d'autant, souleve le poid flottant dont il est chargé, & donne lieu au contre-poids *d*, de faire tourner la poulie avec son axe, &

l'aiguille dont il eſt chargé ; & que quand le mouvement du mercure ſe fait dans le ſens contraire, celui de l'aiguille ſe fait en conſéquence, par l'action du poids, qui ſuit l'abaiſſement du mercure. On voit pareillement comment on peut de plus en plus rendre ces mouvements ſenſibles, ſoit en faiſant la poulie plus petite, ſoit en donnant plus de grandeur au cadran & à l'aiguille. Mais de ces deux moyens, le premier a des bornes qu'il ne faut point paſſer, qu'il ne faut pas même atteindre.

L'aiguille ne doit point faire plus que le tour du cadran ; c'eſt aſſez même qu'elle en parcoure les deux tiers : ſi du plus bas au plus haut le poids qui eſt en *B*, peut faire un mouvement de quinze lignes, ce qui ſuppoſe une variation de deux pouces & demi dans la hauteur du barometre, il faut donc faire la circonférence de la poulie égale aux $\frac{2}{3}$ de cette étendue, c'eſt-à-dire, de dix lignes.

Pour faire la diviſion du cadran on mettra zéro tout en bas, & l'on prendra de chaque côté un tiers de

la circonférence, que l'on divisera en quinze parties égales numérotées de cinq en cinq; dans le tiers qui restera vuide en-haut on poura écrire en titre, *Barometre.*

Ce barometre avec sa poulie & son poids, se place & s'attache derriere une planche chantournée & enjolivée de sculpture, de dorure, ou de vernis, à volonté, avec les précautions nécessaires pour empêcher qu'il ne soit cassé; c'est-à-dire, par exemple, dans une couliſſe assez profonde, pour le recevoir, & par-dessus, une planchette qui entre à feuillure & qui s'arrête avec des tourniquets. Le cadran est par-devant, à telle hauteur qu'on voudra le mettre; & l'axe de la poulie prolongé à travers l'épaisseur de la planche, reçoit l'aiguille, qui est montée sur un petit canon de cuivre, afin qu'on puisse la mettre sur tel point du cadran qu'on voudra.

On peut couvrir le cadran d'un verre plan encadré dans une moulure circulaire, & qui ne gêne point l'aiguille. M. Gallonde qui exécute ces sortes d'instruments avec la plus

grande perfection & beaucoup de goût, a imaginé de percer ce verre au centre, & d'y mettre un index tournant, qui eſt en-deſſous, & qu'on fait mouvoir par un bouton qui ſort en-dehors, pour ſuivre les mouvements de l'aiguille, ce qui eſt on ne peut pas plus commode.

Barometre portatif.

DEUX raiſons peuvent faire déſirer que le barometre ſoit portatif; 1°. un Phyſicien qui voyage, & qui n'a point le temps ou la commodité de meſurer des hauteurs géométriquement, peut les connoître à-peu-près par le moyen du barometre, & il n'eſt pas ſûr d'en trouver par-tout où il ira. 2°. Un ſçavant ou un curieux qui n'eſt point à portée des grandes Villes, qui manque de barometre, qui n'a point de quoi en faire, ou qui ne ſçait pas le conſtruire, n'a d'autre reſſource que d'en faire venir des lieux éloignés, ou d'attendre qu'il paſſe quelques-uns de ces Emailleurs, qui courent le pays, & par qui très-ſouvent l'on eſt aſſez mal ſervi.

J'ai fait plusieurs grands voyages dans ma vie qui m'ont mis dans le cas de chercher les moyens d'avoir avec moi un bon barometre, toujours prêt à être mis en expérience ; je n'ai rien trouvé de mieux, que d'avoir deux ou trois tubes bien remplis au feu, comme je l'ai enseigné ci-dessus, fermés chacun avec une boulette de cire, & par-dessus un morceau de vessie mouillée & liée au tube avec du fil ciré ; pour porter ces tubes j'avois fait creuser dans l'épaisseur d'une planche, des rainures que j'avois garnies de flanelle, & dans lesquelles ils étoient logés bien juste. Cette espece d'étui avoit un couvercle à charnieres qui étoit fait d'une autre planche moins épaisse, garnie aussi par-dedans avec de la flanelle, & qui se fermoit avec deux crochets ; & pour plus grande sûreté, je le mettois debout dans ma chaise, ayant soin de tenir en-haut, le côté ou répondoient les bouts des tubes que j'avois fermés avec de la cire & de la vessie. J'avois avec cela dans le même étui, une regle de bois mince & divisée très-exactement par pou-

ces & par lignes ; & j'étois encore muni d'un flacon de cryſtal plein de mercure, lequel étoit renfermé dans un barillet de buis tourné, & dont le couvercle ſe fermoit à vis, en preſſant un peu le bouchon du flacon, de maniere qu'il ne pouvoit point s'ouvrir quoiqu'il fût ébranlé par les mouvements d'une voiture.

Avec cet appareil j'avois ſur-le-champ un barometre dont j'étois ſûr : il ne s'agiſſoit que de verſer du mercure dans le barillet de buis, d'y plonger un de mes tubes, & de meſurer avec ma regle de bois, la hauteur de la colonne de mercure, à compter de la ſurface du réſervoir.

En renfermant de même dans une petite couliſſe de bois un tube, bien rempli & bien fermé, qu'on mettra dans une caiſſe avec le cadre & ſa planche toute graduée, un culot tout préparé & du mercure pour l'emplir, on pourra envoyer un barometre auſſi loin qu'on voudra ; il ne s'agira plus lorſqu'il ſera rendu à ſa deſtination, que de plonger le tube dans le culot, en ſuivant l'inſ-

truction que j'ai donnée ci-dessus, & de l'attacher sur sa planche : il y a bien peu de personnes qui ne soient capables d'une telle opération.

Au reste, si quelqu'un vouloit absolument se procurer un barometre tout fait & portatif, il poura s'adresser à M. Gallonde que j'ai cité ci-dessus ; j'en ai vû chez lui qu'on laissoit tomber de toute leur hauteur & qui n'en étoient ni cassés, ni dérangés.

Sixieme & septieme Expériences.

VII. LEÇON. II. Sect. Pl. V. C D, Fig. 20.

CES expériences sont si simples & si faciles à faire, qu'il seroit superflu de nous y arrêter. Mais pour achever de prouver que l'aspiration n'est qu'une cause occasionnelle, & que la cause efficiente de l'ascension des liqueurs dans les tuyaux où l'on fait le vuide, est la pression de l'air extérieur, ajoutez l'expérience suivante.

Prenez une bouteille ou un flacon quelconque, rempli d'eau colorée, mettez-y un bouchon de liege, qui ait un trou au milieu par lequel vous ferez passer un peu à force, un tube

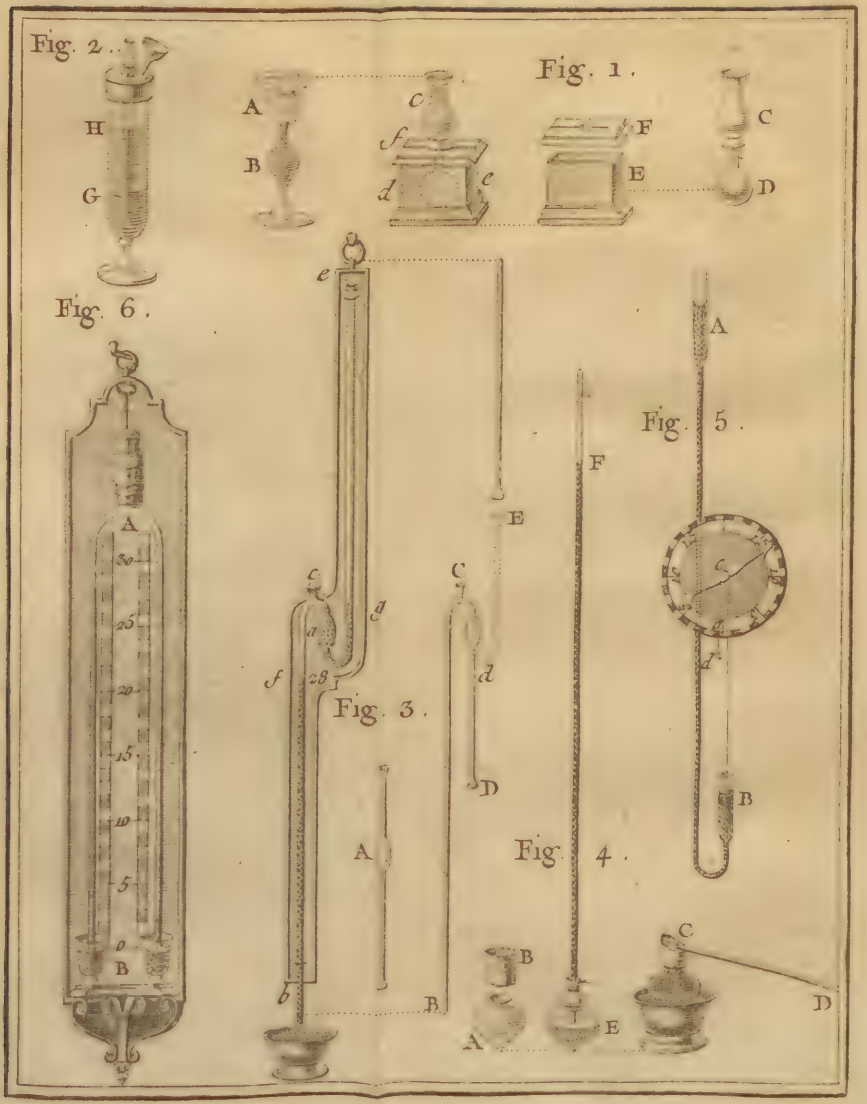


Fig. 2.
H
G
A
B
C
f
d
e
Fig. 1.
F
E
C
D
Fig. 6.
A
30
25
20
15
10
5
0
B
e
g
a
f
28
b
Fig. 3.
E
C
d
D
A
B
F
Fig. 4.
B
A
E
C
D
A
Fig. 5.
B

de verre ouvert par les deux bouts, & de la groſſeur de ceux dont on fait les barometres; attendez que le bouchon ſoit bien ſec aux endroits où il joint le verre, tant du tube que du flacon, & couvrez ces jonctions avec de la cire molle, de maniere que l'air extérieur ne puiſſe point y paſſer: s'il n'eſt point reſté d'air ſous le bouchon, vous aurez beau ſucer par le tube, la liqueur n'y montera pas; mais faites un trou au travers du bouchon avec une épingle ou avec une autre pointe, & auſſi-tôt vous ferez voir qu'en ſuçant le tube, on fait monter l'eau du flacon.

Huitieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 29.

LA pompe aſpirante dont il eſt parlé dans la préparation de cette expérience, eſt de cuivre; elle a quatre à cinq pouces de longueur, ſur neuf à dix lignes de diametre intérieurement; elle eſt fermée par en-haut avec un couvercle à vis, percé au milieu pour donner paſſage à la tige du piſton, & par en-bas elle a un fond rapporté à ſoudure forte avec un petit trou au centre; ce fond

porte en-dessous un bout de vis qui a environ quatre lignes de diametre, pour se joindre à un récipient ouvert par en-haut & garni d'une virole & d'un fond, dans lequel est taraudé l'écrou de cette vis. Elle est encore creusée suivant sa longueur, pour recevoir un tube de verre qui s'y attache avec de la cire molle, ou avec du mastic. Le piston est fait avec des rondelles de liege recouvertes de peau fine & imbibées d'huile, comme celui que j'ai décrit *page* 269. Il est nécessaire pour cette expérience, que le piston de la petite pompe soit exact, & que l'air du récipient soit bien raréfié : ne tirez point le mercure jusque dans la pompe ; il y deviendroit gras, & gâteroit d'autre mercure avec lequel on le mêleroit.

Vous pourrez faire avec cette petite seringue séparée du tube de verre, une autre expérience pour prouver, que la difficulté qu'on éprouve à élever le piston, quand le récipient est vuide comme dans le cas précédent, vient du poids de l'air extérieur qui pese dessus ; bouchez le

bout de la seringue avec un couvercle à vis, qui presse un anneau de cuir gras, & qui ait une boucle par laquelle on puisse suspendre le tout. Attachez à l'anneau du piston un poids de six à sept livres; tant que cela se fera dans le plein air, le piston ne tombera pas; mais si vous suspendez la seringue ainsi chargée, dans un récipient, & que vous y fassiez le vuide, vous verrez le poids faire descendre le piston.

Pompes aspirantes & foulantes.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. V. Fig.* 28.

LA *Fig.* 1. *Pl. XV.* représente le modele d'une pompe aspirante & foulante à double équipage, on a fait avec du verre les parties où sont les clapets & les soupapes, afin qu'on en pût voir le jeu.

A a, est une caisse doublée de plomb laminé, qui a seize pouces & demi de longueur, six pouces de largeur & cinq de hauteur, le fond est percé & garni d'une virole & d'un bouchon ajusté comme une clef de robinet, pour vuider l'eau après l'expérience.

Sur les petits côtés de cette caisse

ſont aſſemblés deux montants inclinés l'un vers l'autre, & qui portent à ſix pouces au-deſſus des bords de la caiſſe, une tablette d'un pied de longueur, ſur quatre pouces de largeur aux extrêmités, mais de deux pouces plus large dans le milieu, comme on le peut voir par *b b*, qui en eſt le plan.

Sur les extrêmités de cette tablette s'élevent d'aplomb deux autres montants de huit pouces de hauteur, dont les tenons entrent à demi-bois dans l'épaiſſeur d'une tablette chantournée *C C*, qui n'a que trois pouces & demi de largeur à ſes extrêmités, mais qui en a quatre & demi au milieu: toutes les autres pieces ſont aſſemblées à demeure, celle-ci ſe démonte, & s'arrête par le moyen de deux vis à têtes plates, dont les écrous ſont noyés dans l'épaiſſeur des montants.

Au milieu de cette derniere tablette, eſt une petite tour quarrée *D*, qui a deux pouces & demi de face, & ſix pouces de hauteur: elle porte un baſſin de métal *E*, qui eſt rond & qui a environ ſept pouces de diame-

tre; c'eſt dans ce vaſe qu'un tuyau de décharge recourbé *F*, jette l'eau qu'on éleve avec les pompes, & qu'un autre tuyau *G g*, partant du fond rapporte à meſure, dans la caiſſe, en traverſant toute la longueur de la tour & les deux tablettes.

Les corps de pompe ſont faits comme ceux des pompes foulantes que j'ai décrits *pag.* 288, *& ſuiv.* à l'exception de ce que je vais ajouter. La virole d'en-bas *I*, a au moins un pouce de hauteur; le fond, qui eſt un peu épais, eſt percé & garni d'une ſoupape, dont la coupe diamétrale eſt repréſentée en *K*, un peu plus en grand; au deſſous eſt ſoudée une virole *k*, taillée en vis par-deſſus, avec une traverſe diamétrale, percée au milieu, pour laiſſer paſſer la queue du cône tronqué de la ſoupape. Sur cette virole, ſe monte à vis le tuyau d'aſpiration *L*, avec un anneau de cuir interpoſé, pour empêcher l'air de pénétrer par cette jonction.

Les deux viroles *I*, *I*, ſont percées & portent chacune un tuyau qui va joindre une piece ſemblable *M*, dans laquelle il s'avance d'environ

deux lignes, & le bout eſt fermé d'un fond limé plat, percé au milieu, d'un trou qui a deux lignes de diametre, & qui eſt recouvert d'un clapet : les trois pieces *I*, *I*, *M*, jointes enſemble par les deux tuyaux dont je viens de parler, doivent former un triangle, comme on le voit ſur le plan *b b*, de la premiere tablette.

Dans la piece *M*, eſt maſtiqué un verre ſemblable à ceux des corps de pompes, mais dont le goulot beaucoup plus petit eſt garni en dehors d'une virole qui porte quatre ou cinq pas de vis, pour recevoir le tuyau montant *f f*. On interpoſera des anneaux de cuir, plus ou moins, juſqu'à ce que le bout recourbé de ce tuyau réponde à l'intérieur du vaſe *E*, quand il ſera bien joint par enbas. Il faut ménager ſous la piece *M*, un petit bout de tuyau *m*, un peu évaſé, qu'on tiendra fermé avec un bouchon de liege ou de métal, & qu'on ôtera quand on voudra vuider l'eau.

Les piſtons ſont faits comme ceux des pompes foulantes, mais ſans trous & ſans clapets ni ſoupapes. Leurs tiges *P*, doivent avoir un mouvement

mouvement de charniere en-bas & en haut pour se prêter à l'action du levier qui devient oblique : enfin les corps de pompes n'ont point de vis par en-haut ; ils sont seulement ravalés à demi épaisseur sur une longueur de six à sept lignes, & présentent une portée au-dessous.

La tablette *B B*, est percée en trois endroits, comme on le peut voir par le plan *b b*, pour laisser passer les deux tuyaux d'aspiration *l*, *l*, & le tuyau d'évacuation, qui est au fond de la piece *M* ; la tablette *C C*, étant ôtée, on met en place les deux corps de pompes, la chambre *M*, & le tuyau montant tout assemblés ; on remet la tablette *C C*, dans laquelle il y a deux trous à jour pour recevoir les deux parties ravalées des corps de pompes ; & les montans *B*, *B*, qui la portent, doivent être de la hauteur qui convient pour la laisser descendre justement, sur les portées qu'on a réservées au-dessous des parties ravalées. La tablette étant fixée avec les deux vis, les pompes se trouvent arrêtées solidement.

La tour quarrée eſt ouverte par deux rainures à jour ſur les côtés qui regardent les pompes, pour donner lieu au mouvement d'un levier *NO*, qui a pour axe une broche de fer qui paſſe en *D*, & qui traverſe l'épaiſſeur de la tour. Le vaſe de métal *E*, a le fond plat, & il eſt percé à un pouce de ſon centre, pour recevoir le bout du tuyau *G*, qui y eſt ſoudé: ce tuyau paſſe dans la tour à côté du levier, traverſe les deux tablettes, & vient aboutir à quatre pouces au-deſſus du fond de la caiſſe *A a*. Si le vaſe *E*, ne tient point ſuffiſamment par ce tuyau, on peut l'attacher ſur la tour avec une vis en bois, dont la tête ſoit large, plate, & garnie en-deſſous d'une rondelle de cuir.

Pour pouvoir démonter commodément les piſtons, il faut que les axes ſur leſquels on fera tourner le bout de leurs tiges en *n* & en *o*, ſoient des vis qui ayent leurs écrous dans l'une des joues de la charniere. Si le tuyau *F*, en montant d'aplomb, ſe trouvoit gêné par le vaſe *E*, on poura lui donner une courbure en arriere vers cet endroit-là, on lui fera faire la croſſe.

Cette double pompe étant ainſi préparée, ſi l'on en veut faire l'épreuve, on commencera par mettre de l'eau dans la caiſſe, & l'on en verſera un peu auſſi ſur les piſtons. Enſuite en faiſant mouvoir le levier, on verra 1°. que celui des piſtons qui s'éleve donne lieu au poids de l'atmoſphere, de pouſſer ſous lui un volume d'eau qui ne peut plus deſcendre à cauſe de la ſoupape qui eſt au fond de la piece *I*; 2°. que ce même piſton appuyant ſur cette eau quand on le fait baiſſer, l'oblige de paſſer dans la chambre *M*, d'où elle ne peut plus revenir, à cauſe du clapet qui eſt au bout du tuyau par lequel elle eſt entrée; cet effet ſe multipliant par l'action des deux pompes, la chambre & le tuyau montant reçoivent continuellement de nouvelle eau, qui ſe décharge dans le vaſe *E*, d'où on la laiſſe retomber par le tuyau *G g*.

La pompe des Prêtres.

ON a donné ce nom à une nouvelle eſpece de pompe inventée, vers l'année 1730, par un Curé du

Diocèse de Laon, (*a*) qui s'associa avec un autre Ecclésiastique de ses amis pour la faire valoir. Elle est fort simple & de peu de dépense dans sa construction ; elle peut être fort utile dans les cas où il ne faudra par élever l'eau à une grande hauteur ; elle mérite qu'on la fasse connoître par un modéle. Celui que je vais décrire, n'est point fait pour être exécuté en grand, mais seulement pour donner une idée de la machine.

A, *B*, *Fig.* 2. sont deux récipients de machine pneumatique, qui ont chacun quatre pouces de diametre & autant de hauteur avec un goulot ouvert par en-haut ; il faut les choi-

(*a*) Ce Curé se nommoit M. Denisart, son associé étoit M. de la Deuille : ils firent présenter leur machine hydraulique à l'Académie Royale des Sciences en 1731, par un particulier qui prit le nom de Jean-Baptiste le Brun ; ils y ont fait ensuite plusieurs changements qui se trouvent décrits avec des figures gravées, dans le VI. Tome des machines approuvées par l'Académie. Ces machines sont différentes de celle dont je donne ici la description : mais je ne prétends faire connoître que la partie principale de cette invention, qui est le piston, dont on peut faire une pompe fort simple.

ſir un peu forts de verre, & dreſſer les bords à l'ordinaire ſur un plateau de métal avec du grès & de l'eau, de maniere que les bords de l'un puiſſent s'appliquer exactement ſur les bords de l'autre.

La piece *A*, ſe joint avec du maſtic au tuyau *C*: s'il eſt de verre, la jonction d'en-bas ſe fait par le moyen d'une virole de métal, qui aſſemble les deux pieces; s'il eſt de laiton, il faut toujours que l'autre bout ſoit terminé par une vis creuſe, groſſe comme le doigt, de la longueur d'un pouce, & qui ait au-deſſous d'elle un cercle plat garni d'un cuir.

La piece *B*, porte auſſi un tuyau *D*, de neuf à dix pouces de longueur avec un clapet, ou avec une ſoupape qui laiſſe monter l'eau & qui l'empêche de deſcendre. On peut mettre cette ſoupape en-haut ou en-bas du tuyau; ſi on la met en-haut, on revêtira le goulot de la piece *B*, d'une virole de cuivre, qui portera cinq à ſix filets de vis, & qui aura une portée de deux ou trois lignes de largeur; le haut du tuyau aura une eſpece de chapeau *E*, qui ſe viſſera

dessus & sur le fond duquel sera établi le clapet, ou la soupape. Si on veut placer cette soupape en-bas, on la mettra dans le fond d'une boîte de métal *F*, qu'on vissera au bout du tuyau : sur une virole *f*, attachée avec du mastic. Si l'on peut tirer d'une Verrerie deux pieces bien assorties, qui portent leurs tuyaux, comme *a* & *b*, on s'épargnera la peine de les y joindre avec du mastic, on n'aura point à craindre que l'air ne se glisse par les jonctions, & l'on appercevra sans aucun obstacle tout ce qui se passe dans la machine : il n'y aura que la soupape d'en-bas *a*, contenue dans la boîte *F*, à y ajuster.

Les pieces *A* & *B*, étant ainsi préparées, il faut se pourvoir d'un morceau de cuir de veau *H*, dont on fait les empeignes d'escarpins, le couper circulairement & de telle grandeur, qu'étant étendu sous l'un des verres *A* ou *B*, il le déborde de deux lignes tout autour.

On met ce cuir concentriquement entre deux platines rondes de cuivre qui ont dix-huit lignes de diametre, & que l'on fait tenir ensemble avec

cinq ou six petits clous rivés. On fait au centre un trou rond, de trois lignes de diametre que l'on couvre d'un clapet; & deux autres plus petits vers les bords, & diamétralement opposés, dans lesquels on arrête les deux branches d'une fourchette G, soit en les rivant soit en les retenant avec des écrous par-dessous.

Le cuir *H*, est destiné à former une espece de diaphragme entre les deux cavités des vaisseaux *A* & *B*, lorsqu'ils seront joints l'un à l'autre par leurs bords; & comme il doit être perpétuellement tiré & poussé, avec la fourchette *G g*, il faut user de quelques précaution, pour empêcher que ses bords n'échappent à ceux du verre: en voici une qui me réussit très-bien; je coud sur la circonférence de ce cuir, une petite ganse de soie: & après cela je le borde tout autour avec un bande de peau de chamois, large d'un pouce, que je fais plier en deux parties égales, l'une dessus, l'autre dessous, & que je coud ensemble, avec le cuir de veau: de là suivent deux bons effets; premiérement, le renflement

de la circonférence, par la ganſe de ſoie, qui ſe trouve renfermée ſous la bande de chamois, ne permet point au diaphragme d'échapper aux bords des deux vaiſſeaux ; en ſecond lieu le chamois mouillié & appliqué ſur le cuir de veau fait que la jonction des deux verres, eſt plus exacte, & les met moins en danger d'être caſſés par la preſſion.

Toutes les pieces de ce modele ſe montent dans un bâtis, compoſé 1°. d'une caiſſe *II*, qui a ſeize pouces de longueur ſur cinq de largeur, & autant de hauteur, & qui du reſte eſt tout-à-fait ſemblable à celle de la pompe précédente ; 2°. d'une tablette *K*, élevée de cinq ou ſix pouces au-deſſus de la caiſſe, longue de neuf pouces, & portée ſur deux montants qui s'inclinent l'un vers l'autre, comme on le peut voir, par la figure ; 3°. de deux autres montants *L*, *M*, qui s'élevent à plomb & qui portent à la hauteur de dix-huit pouces, une ſeconde tablette *N* ; toutes les autres pieces ſont aſſemblées à demeure, mais celle-ci peut ſe démonter ; & pour cet effet, elle deſcend & s'aſſemble

s'assemble à queues perdues dans deux tasseaux attachés aux montants, & s'arrête par deux vis à têtes plates qui ont leurs écrous noyés dans l'épaisseur de la tablette ; enfin les deux tablettes *K*, *N*, sont percées au milieu, la premiere pour laisser passer le tuyau *D E*, la seconde pour recevoir le bout du tuyau *C*.

On commence donc par placer la piece *B*, avec son tuyau, qui doit atteindre à un demi-pouce près du fond de la caisse. On la couvre du cuir *H*, attaché à sa tige ; & l'on met par-dessus, la piece *A* avec son tuyau *C*, ayant soin que le bord renflé du cuir se trouve tout autour hors du verre: après cela on placera la tablette *N*, & avant de l'arrêter avec ses vis, on aura soin qu'elle porte & qu'elle appuye fortement sur le cercle plat qui est au bout du tuyau *C* ; car c'est par ce moyen-là que les deux verres *A* & *B*, se joignent assez bien pour ne point laisser échapper les bords du diaphragme, pour contenir l'eau dont ils se rempliſſent, & pour empêcher l'air extérieur de s'y insinuer : & si l'on voit que la tablette n'ap-

puye point assez fortement, on mettra entr'elle & le cercle sur lequel elle doit appuyer, quelques anneaux de cuir qui la feront presser davantage.

Le bout du tuyau *C*, qui porte des filets de vis, passe d'un demi-pouce au-dessus de la tablette *N*; il traverse le fond d'un vase de cuivre *P*, qui est percé pour cela au centre; & une rondelle de cuir gras, que l'on serre fortement sous l'écrou qu'on fait tourner sur la vis, empêche que l'eau ne puisse passer par cette jonction; à côté de ce trou le vase *P*, porte en-dessous un petit bout de tuyau *o* en dépouille, qui traverse aussi la tablette, & qui entre juste dans un tuyau de décharge *r s*, coudé en en-haut pour le recevoir, & en sens contraire au bout de la tablette, pour rapporter l'eau du vase *p*, dans la cuvette.

Le montant *M*, est de six pouces plus long que l'autre; il est ouvert en fourchette par en-haut avec un axe de fer qui le traverse, & qui sert de point d'appui à un levier du second genre *T t*, auquel se joint à charnieres la tige de la fourchette *G g*.

Ce modele étant ainſi achevé, ſi l'on veut voir ſon effet, il faut mettre de l'eau dans la caiſſe, & en verſer un peu dans le vaſe *p*, afin d'humecter, les cuirs du diaphragme & des clapets; après quoi l'on fera mouvoir le levier pour élever & abaiſſer ſucceſſivement le milieu du diaphragme, de maniere que ſa ſurface ſupérieure, où eſt le clapet, devienne alternativement convexe & concave: par le premier de ces deux mouvemens on raréfie l'air dans la partie *B*, en augmentant la capacité du vaiſſeau de toute la quantité dont le diaphragme s'éleve; ce qui donne lieu à l'air extérieur qui peſe ſur la caiſſe, d'y faire monter de l'eau: juſques là, c'eſt une pompe aſpirante.

Quand la partie *B*, eſt pleine d'eau, le diaphragme en s'abaiſſant en fait paſſer par le trou du clapet, dans la partie *A*, qui s'emplit à ſon tour, & en ſe relevant il pouſſe cette eau, & la fait monter par le tuyau qui aboutit au vaſe *p*; c'eſt alors une pompe foulante: & comme ces deux effets ſont produits alternativement, par les mouvements du même dia-

phragme, la machine doit être regardée comme une pompe aſpirante & foulante.

J'ai déja dit que ce modele n'étoit pas propre à être exécuté en grand; on voit bien qu'il faut y employer des matieres plus ſolides que du verre: les pieces *A*, *B*, & leurs tuyaux doivent ſe faire avec du métal ou avec du bois, ſi l'on étoit à portée des forges, on les auroit à bon compte en fer coulé; ſinon deux pieces de bois creuſées par un Charron ou par un Charpentier, & garnies de cercles de fer, par un Maréchal ou par un Serrurier, fourniront les parties principales de cette machine, le Cordonnier viendra au ſecours, & un peu d'induſtrie fera le reſte. Mais n'entreprenez pas de refouler l'eau avec cette pompe à plus de ſept ou huit pieds de hauteur, parce que le diaphragme, qui doit être fait avec un ou pluſieurs cuirs forts les uns ſur les autres, ne ſera point aſſez flexible, à moins que vous ne le faſſiez fort large; comme il ſert de baſe à la colonne d'eau, avec peu de hauteur, il aura un très-grande charge à porter.

Neuvieme Expérience.

LE moulinet qu'on fait tourner dans cette expérience, de quelque façon qu'on le faſſe, doit être très-léger, & très-mobile ſur ſon axe; c'eſt aſſez qu'il ait quatre pouces de hauteur avec ſa monture, & qu'il faſſe ſes révolutions dans un eſpace circulaire de trois pouces de diametre: on pourra s'y prendre de la maniere ſuivante pour le conſtruire.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 30 & 31.

Prenez un cylindre de bois qui ait quatorze lignes de longueur & ſept à huit lignes de diametre; prolongez ſon axe de part & d'autre, avec deux petites pointes de fer ou d'acier, que vous y chaſſerez à force, en ne leur laiſſant que deux lignes de longueur à chacune, hors du bois; puis ayant mis cette petite piece ſur un tour à archet, ravalez les deux bouts ſur la longueur de trois lignes, & ne leur laiſſez que la moitié de leur premiere groſſeur, que vous diminuerez encore en les arrondiſſant du côté des pointes de fer. Diviſez en cinq ou ſix parties égales, la circonférence de la partie cylindrique que vous avez ré-

ſervée au milieu, & paſſez ſur chacune des diviſions, un trait de ſcie d'un bout à l'autre juſqu'à ce que vous rencontriez les bouts ravalés. Collez dans ces rainures autant d'ailerons, faits avec du bois très-mince, taillés ſur un même modele, chantournés ſi vous voulez, & un peu plus larges en s'écartant du moyeu, que par le bout qui les y joint.

Vous ſuſpendrez ce moulinet par ſes pivots ſur deux petits montants de métal, élevés ſur une baſe qui ſera percée & taraudée au milieu, pour s'attacher à la vis qui eſt au centre de la platine de la machine pneumatique.

Il n'eſt pas beſoin de mettre un tuyau au trou du récipient, il ſuffit que ce trou ſoit à deux pouces au-deſſus du bord, & qu'il ſoit gros comme une plume à écrire; j'ai dit *Tome I. page* 197. comment on perce le verre: & l'on ſuivra la même inſtruction pour percer le flaçon de la *Fig.* 31. citée en marge.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 32.

Dixieme Expérience.

LE canon de verre avec lequel ſe

fait cette expérience, pourroit avoir plusieurs pieds de longueur ; il suffira, pour le rendre plus maniable, qu'il ait douze à quinze pouces ; mais son ouverture seroit trop grande, si elle excédoit douze à quatorze lignes de diametre : si l'on n'en avoit point qui fût fermé & terminé par un bouton, comme celui qui est représenté par la figure citée en marge, on y supplera, en prenant un tube que l'on bouchera par en-haut avec du liege & du mastic, en y ajoutant un petit couvercle de ferblanc garni d'un anneau, pour le tenir suspendu : ce qu'il y a dessentiel, c'est de bien dresser les bords, sur une plaque de métal avec du grès & de l'eau, afin que le morceau de papier s'y applique bien exactement.

Onzieme Expérience.

On fait communément les siphons avec des tubes de verre que l'on courbe au feu de lampe, mais on en peut faire avec des tuyaux de ferblanc, ou de toute autre matiere capable de contenir les liqueurs. VII. LEÇON. II. Sect. Pl. VII. Fig. 33.

Si la branche d'écoulement est un

peu longue, comme de dix-huit à vingt pouces, & qu'elle soit recourbée en en-haut & pointue, l'eau en sortira en forme de jet; & elle fournira à plusieurs, si au lieu d'un ajutage, on la fait sortir par deux, trois ou quatre.

Si par propreté, ou par crainte de sucer une liqueur dangereuse, on ne veut point appliquer la bouche au bout de la branche d'écoulement, on pourra embrancher dessus, dans l'endroit le plus bas, un petit tuyau que l'on fera monter le long de cette branche & par lequel on fera la succion, en tenant l'orifice de la branche d'écoulement fermé avec le bout du doigt: car dès qu'on verra la liqueur arriver en cet endroit, on cessera de sucer, & l'on ôtera le doigt, pour laisser l'écoulement libre.

Douzieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. *Pl. VII. Fig.* 34, 35, 36, & 37.

CETTE expérience est suffisamment décrite tant par la *Fig.* 34. citée en marge, que par le discours qui y a rapport; je dirai seulement que si l'on ne peut pas se procurer un verre d'une forme semblable à cel-

le qui eſt repréſentée, on ſe contentera d'un bout de tuyau, le plus gros qu'on pourra avoir, dont on fera ſceller un bout par un Emailleur ou que l'on bouchera avec du liege & du maſtic, recouvert d'une virole de ferblanc garnie d'un fond & d'un anneau pour ſuſpendre l'inſtrument.

Si l'on veut monter cet inſtrument ſur un piedeſtal, on pourra imiter celui qui eſt repréſenté par la *Fig.* 35. en ſuivant ce que je vais ajouter. *Figure 35.*

Vous rapprocherez les deux branches du ſiphon l'une de l'autre comme *A*, *B*, *Fig.* 3. vous ferez faire à celle-ci deux coudes en ſens contraires, immédiatemen au-deſſous de la premiere, pour mettre le reſte de ſa longueur dans l'axe prolongé du tube de verre.

Le Ferblantier fera avec du laiton ou avec du ferblanc, une boule compoſée de trois pieces; ſçavoir d'une virole *C c*, & de deux calotes *D*, *E*; ces deux calotes ſeront percées au milieu; celle d'en haut pour recevoir une douille qu'on y ſoudera, & qui ſera propre à recevoir la partie *F*;

celle d'en-bas, pour recevoir un autre douille plus petite & qu'on y soudera aussi ; par celle-ci on fera passer la branche longue du siphon, & on l'y arrêtera avec une soudure, ou avec du mastic, de façon que l'eau qu'on mettra dans la boule *C c*, ne puisse point sortir par cette jonction.

La boule *C c*, ainsi jointe au siphon, se placera par sa douille sur un pied de bois *H*, percé d'un bout à l'autre, pour laisser passer la branche longue du siphon, qui passera aussi dans le piedestal, quand la tige *H*, sera attachée dessus.

Un des quatre côtés du piedestal, sera une porte, qui pourra s'ouvrir, se fermer, & s'arrêter avec un crochet, & il y aura dans le fond, un vase pour recevoir l'eau qui s'écoulera par la branche du siphon.

Pour faire usage de cet instrument, on l'ôtera de dessus la tige *H ;* puis l'ayant renversé, on fera couler deux ou trois pouces d'eau dans le verre *F G*, par la branche *I B*, on fermera l'orifice *I*, avec un petit bouchon de liege, & l'on remettra l'instrument sur son pied. On versera

de l'eau dans la boule par l'orifice *D*, & l'on débouchera le bout du tuyau *I*.

Cet instrument sera peint au vernis ou à l'huile ; on pourra même l'enjoliver d'un cordon de coquilles attachées avec du mastic autour de la douille qui reçoit la partie *F*, & autour de la bobeche de bois, qui reçoit la boule *Cc*.

ON fait des verres à siphons de deux especes ; aux uns, l'écoulement commence de lui-même, quand l'eau est parvenue à une certaine hauteur dans la coupe ; aux autres, il faut le provoquer en suçant. *Figure 36.*

Pour faire ceux de la premiere espece, on tire de la Verrerie des grands verres à boire, qui ont la tige creuse & ouverte d'un bout à l'autre, & la patte bien convexe en-dessus. On prépare avec un tube à barometre, un siphon dont on fait passer la branche longue à travers la tige, en l'y arrêtant avec du mastic ou avec de la cire molle, de maniere, que l'eau qu'on met dans la coupe ne puisse pas sortir par cette jonction : la branche courte doit approcher tout près du fond de la coupe, & la

courbure du ſiphon ſe tient d'un travers de doigt plus baſſe que les bords du verre.

Le verre étant ainſi préparé, quand on verſe de l'eau dans la coupe, elle s'éleve en même-temps par la branche courte ; & quand on en met juſque par-deſſus la courbure du ſiphon, l'eau coule par ſon poids dans la branche longue, & cet écoulement une fois commencé, doit continuer tant que le bout de la branche courte ſe trouvera plongé dans l'eau.

Dans les cabinets des curieux, on trouve quelquefois des verres de cette eſpece, dont le ſiphon a les deux branches ſerrées parallelement l'une contre l'autre ; ſouvent même ce ſiphon n'eſt autre choſe qu'un tube droit, ouvert des deux bouts qui paſſe à travers la tige, étant recouvert dans la coupe d'un autre bout de tube, plus gros & ſcellé par en-haut. Ce ſiphon eſt recouvert par une figure d'homme creuſe, dont la bouche ſe trouve un peu plus haut que la courbure, de maniere que l'eau n'y peut jamais monter, parce qu'avant d'y arriver elle commence à s'écouler par le

ſiphon, qu'on ne voit pas; voilà ce qu'on nomme *la coupe de Tantale.*

Aux verres à ſiphons de la ſeconde eſpece, la branche longue ſort par un côté de la tige, & la courbure excede un peu la hauteur de la coupe; de ſorte qu'on peut emplir le verre entiérement ſans que l'écoulement commence de lui-même; mais quand un fois on la provoqué en ſuçant, il continue quoiqu'on en retire la bouche, & inonde le curieux qui ne s'attend point à cet effet.

Ces derniers verres avec leurs ſiphons, ſe font d'une ſeule piece aux Verreries, & ſont à-peu-prés formés comme le repréſente la figure citée en marge; ſi ce n'eſt qu'il n'y a qu'une bouche d'écoulement, l'autre étant ou ſupprimée, ou non ouverte. *Figure 36.*

Si l'on ne peut point avoir de ces verres fait exprès aux Verreries, on pourra y ſuppléer en cherchant quelqu'autre vaſe convenable chez un Fayancier, ne fût-ce qu'un moyen récipient de machine pneumatique, de ceux qui ont un goulot ouvert, & en y faiſant faire un pied par le Ferblantier.

A la ſuite des expériences qui ſe font avec des ſiphons, j'ai fait mention d'un inſtrument de cette eſpece, avec lequel on pourroit comparer les peſanteurs ſpécifiques de pluſieurs liqueurs ; s'il vous prend envie de le conſtruire, vous choiſirez deux tubes de verre bien droits, longs de trente-deux pouces, & qui ayent au moins deux lignes de diametre intérieurement ; vous les ſouderez bout à bout l'un de l'autre, en ſuivant ce que j'ai preſcrit, lorſque j'ai parlé de la lampe d'Emailleur, *Tome I. page* 217. Vous les plierez enſuite auprès de la ſoudure, comme il eſt repréſenté en *A*, *Pl. XIV. Fig.* 6. & vous rendrez les deux branches paralleles entr'elles, à la diſtance de deux pouces & demi l'une de l'autre.

Pour contenir le ſiphon dans cet état & le rendre plus maniable, vous l'attacherez vers le milieu de ſa longueur, ſur une planche mince & légere, longue de cinq à ſix pouces, en faiſant deux ligatures ſur chaque branche, & vous boucherez l'une des deux avec une boulette de cire.

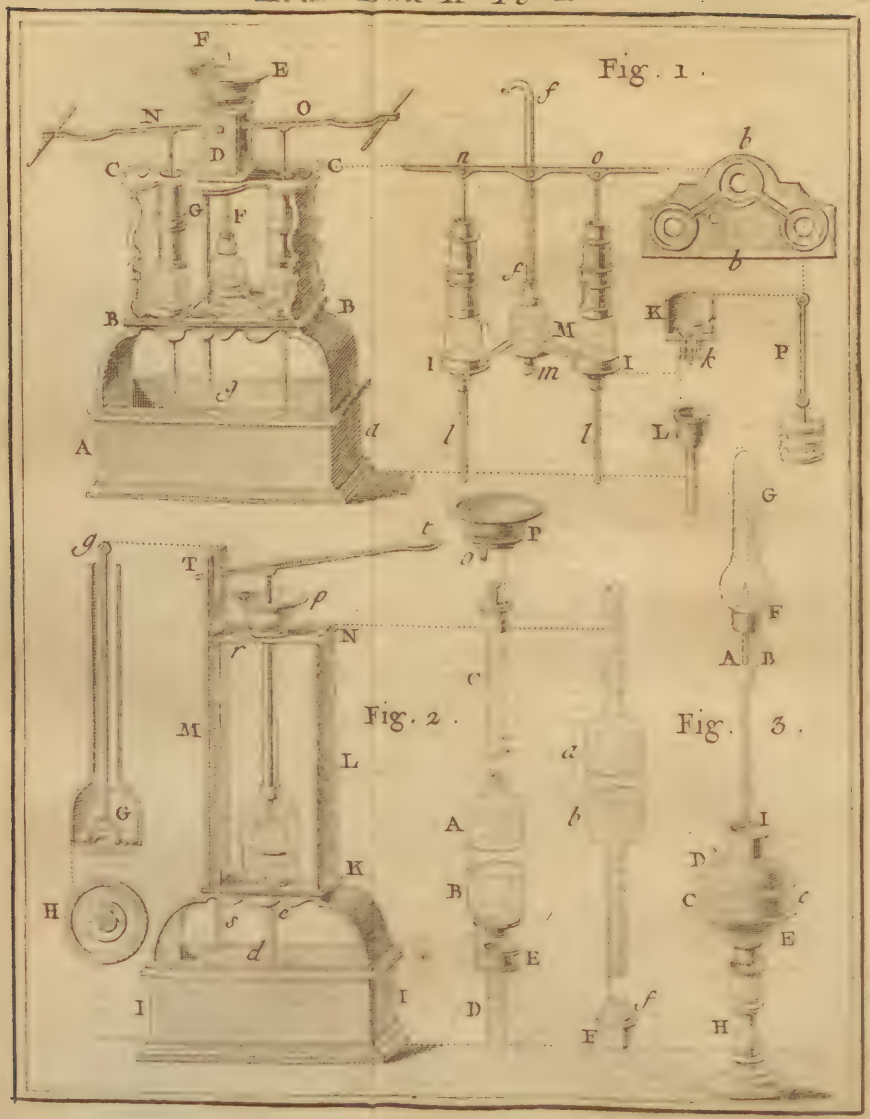


Fig. 1.
F
E
N
O
D
C
C
G
F
B
B
A
d
f
n
o
b
b
f
M
I
I
m
K
k
P
l
l
L
g
t
T
p
r
N
M
L
G
H
K
s
c
d
I
I
o
P
C
A
B
E
D
F
f
a
b
Fig. 2.
G
F
A
B
Fig. 3.
I
D
C
c
E
H

Enſuite vous chaufferez le coude en *A*, & vous appliquerez ſur la partie extérieure, une petite maſſe de verre fondu, puis ſans perdre de temps vous ſoufflerez modérément par la branche qui eſt ouverte, ou vous ferez ſouffler par quelqu'un, qui s'y entende, afin de produire un renflement à l'endroit, où la maſſe de verre a été ajoutée; continuez de chauffer cette partie & tirez-la pour lui donner la forme d'un tuyau de trois ou quatre lignes de longueur, afin de pouvoir y ajuſter la petite pompe avec du maſtic, ou ſeulement de la cire molle; & vous attacherez le tout ſur une planche graduée comme dans la *Fig. 6*.

Au bas de cette planche, vous placerez une tablette *B*, ſur laquelle ſeront attachés, avec de la cire molle deux gobelets, pour mettre les liqueurs; & afin qu'on puiſſe les n'étoyer, vous ferez enſorte que la tablette qui les porte, puiſſe s'abaiſſer, & ſe ſéparer de la planche.

Je ne propoſe point ce ſiphon, comme un moyen pour connoître avec préciſion les différences des pe-

ſanteurs ſpécifiques, mais ſeulement pour les avoir par à-peu-près, ce qui peut être utile dans bien des occaſions.

AVIS

Concernant la HUITIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 1.*

IL faut choiſir pour cette expérience, une veſſie qui ne ſoit pas plus groſſe qu'une orange ; celle d'un agneau ou d'un cochon de lait ſera très-convenable ; le tube de verre au bout duquel on la liera, doit avoir environ deux lignes de diametre, pour y pouvoir faire couler l'eau aiſément.

POUR imiter l'action d'un animal qui téte, & prouver en même-temps que le lait n'eſt pouſſé hors de la mamelle que par la preſſion de l'air extérieur, on pourra faire l'expérience que voici.

Faites paſſer le bout du tube au bas duquel eſt la veſſie remplie d'eau colorée, à traverſle goulot d'un récipient

cipient garni d'un couvercle de cuivre dont le deſſus ſoit bien droit, & couvert d'une rondelle de chamois mouillée; & ayez ſoin de l'y arrêter avec du maſtic, de maniere que l'air ne puiſſe pas s'inſinuer par la jonction, comme dans la *Fig.* 1. de la *Pl. XVI.* Poſez ſur le chamois mouillé, une eſpece de pipe de verre *A*, dont les bords ſoient bien dreſſés; appliquez la bouche en *a* & ſuccez; ſi le récipient eſt plein d'air vous verrez que la liqueur colorée viendra abondamment par le bout du tube *b*; & qu'au contraire il n'en ſortira rien, ſi vous faites le vuide dans le récipient après l'avoir appliqué à la machine pneumatique.

Seconde Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig.* 2.

SI l'on veut ſe contenter des parties eſſentielles de la balance hydroſtatique, il ſuffira d'avoir un fléau bien fait, & bien mobile, garni de deux petits baſſins ſous chacun deſquels, il y ait un crochet, & que ce fléau, ſoit ſuſpendu, ou ſoutenu, entre deux vaſes de verre un peu profonds. Mais ſi l'on veut faire

ſervir cet inſtrument, à répéter des expériences dans une école, & dans tout autre cas où il conviendra de les exécuter promptement, commodément, & avec propreté, on pourra le conſtruire comme celui que je vais décrire. N'ayez point égard à la figure citée en marge, mais ſeulement à la *Fig.* 2. de la *Pl.* 16. de ce volume.

A B, eſt une caiſſe doublée de plomb, avec une décharge au fond, comme celles des pompes que j'ai décrite ci-devant; celle-ci a de plus un couvercle, qui entre à feuillure & qui s'arrête avec quatre crochets. Sa longueur eſt de vingt pouces, ſa largeur de ſix pouces & demi & ſa hauteur eſt de cinq pouces; toutes les autres pieces ſont deſſinées en proportion avec celle-ci.

Le fléau *C D*, eſt fait de la même maniere & avec les mêmes attentions que j'ai preſcrites pour celui de la balance dont j'ai donné la conſtruction, au commencement des *avis* ſur la ſeptieme Leçon, *page* 264. hors qu'il faut faire celui-ci plus léger, parce qu'il n'eſt point deſtiné à por-

ter de grandes charges. Au lieu d'être ſuſpendu dans une chappe, ſon axe eſt ſoutenu par une fourchette montée ſur une douille que l'on ſoude ſur le couvercle de la piece *F*. Ce vaiſſeau ainſi que les deux vaſes *G*, *H*, eſt de cryſtal, & porté comme eux, par un pied de bois attaché ſur le couvercle de la caiſſe.

Le vaiſſeau *F*, eſt un réſervoir qu'on emplit d'eau, & qui doit en communiquer, en *G*, ou en *H*, ou à tous les deux vaſes à la fois quand il en eſt beſoin: il faut de plus que cette eau parvenue en *G*, & en *H*, tombe dans la caiſſe quand on n'en a plus affaire dans les vaſes: il faut par conſéquent entre les vaſes ainſi qu'entre eux & la caiſſe, des communications qui s'ouvrent & qui ſe ferment.

Pour cet effet, il y a ſous le couvercle de la caiſſe, un tuyau *I K*, ſur lequel ſont enbranchés trois autres tuyaux montans *N*, *O*, *P*, & qui porte auſſi deux robinets *L*, *M*, avec deux autres robinets à ſes extrêmités.

Les deux robinets *L*, *M*, paſſent

à travers l'épaiſſeur du couvercle de la caiſſe ; il n'en paſſe que la tête des clefs *l*, *m*, qui ſont percées ſimplement d'un trou diamétral à l'ordinaire. Les trois tuyaux *N*, *O*, *P*, traverſent non-ſeulement le couvercle, mais auſſi les tiges des trois pieds de bois qui portent les vaſes ; voyez-en la coupe *R R*.

Le bout de chacune de ces tiges a une cavité cylindrique dans laquelle ſe loge, une virole *Q*, garnie d'un fond percé pour recevoir le bout du tuyau montant que l'on y ſoude à l'étain. Cette virole porte des filets de vis en dedans, & ſon bord ſupérieur eſt garni en dehors d'un cercle plat qui repoſe ſur le bois, il faut que cette piece ſoit bien arrêtée, ſoit en entrant un peu à force, dans la place qu'elle occupe, ſoit que le cercle qui la borde, ſoit attaché au bois avec deux goupilles raſées à fleur. Autrement, on courroit riſque de fatiguer la ſoudure du fond, en ôtant & en remettant ſouvent les pieces qui s'y montent à vis.

Les deux vaſes *G*, *H*, ſont terminés par en-bas comme le vaiſſeau *f*,

& l'on garnit cette espece de goulot d'une virole *q*, qu'on y attache avec du mastic, & qui porte sept à huit pas de vis avec un petit cercle qui forme une portée, & qui serre un anneau de buffle mouillé entre lui & le bord de la virole Q, dans laquelle il entre.

Les clefs des deux robinets *I*, *K*, doivent être un peu longues, parce qu'il faut qu'elles traversent l'épaisseur des petits côtés de la caisse, que l'on échancre pour cela par en-haut: elles sont creusées de huit à dix lignes suivant leur longueur, avec un trou de côté *i*, qu'on fait répondre à l'une des oreilles & l'on y fait une marque; le tuyau est aussi percé en *I* & en *K*, d'un trou qui se trouve vis-à-vis celui de la clef quand on la fait tourner pour cela, on doit faire mouler en cuivre les robinets *I*, *K*, *L l*, & *M m*, & le Ferblantier fera le reste avec des feuilles de laiton, & joindra toutes ces pieces ensemble avec des soudures en étain.

On voit par ce détail & la position des trois vaisseaux *F*, *G*, *H*, que celui du milieu étant plein d'eau,

on peut en faire venir, dans l'un des deux vaſes des côtés, ou dans tous les deux à la fois, en ouvrant les robinets *m*, *l*: on voit pareillement qu'en fermant ceux-ci, on peut faire paſſer dans la caiſſe l'eau qui eſt en *G* ou en *H*, en ouvrant les robinets des deux bouts; & enfin évacuer les trois vaſes, en laiſſant les quatre robinets ouverts; par ce moyen, on fait les expériences commodément, avec promptitude, & ſans mouiller la table, ni ce qui pourroit être deſſus. Il ne reſte plus qu'à vuider la caiſſe après ces opérations.

Commencez les expériences de la balance hydroſtatique par celle-ci: ayant ôté le vaſe *G* ou *H*, ſuſpendez au crochet d'un des baſſins, un vaſe cylindrique *S*, rempli d'eau aux $\frac{3}{4}$ de ſa capacité, & chargez l'autre baſſin pour faire équilibre: arrêtez d'une main le vaſe *S*, dans cette ſituation, & avec l'autre main, plongez-y une boule de métal attachée au bout d'un fil de fer, ayant ſoin qu'elle ne touche, ni le fond ni les parois du vaſe; alors ne retenez plus ce vaſe avec la main; laiſſez-le libre, & vous ferez

voir qu'il eſt devenu plus peſant qu'il n'étoit, & qu'il emporte le poids qui eſt dans le baſſin oppoſé.

Vous prouverez enſuite que cet effet ne vient pas de ce que la boule plongée eſt de métal, en répétant l'expérience avec une boule de liege de la même groſſeur; car elle produira la même choſe que la premiere.

Après cela remettez en place le vaſe *G*, ou *H*, que vous avez ôté, ſuſpendez avec un fil de ſoie au crochet de la balance, une bille d'yvoire qui ait un pouce ou dix-huit lignes de diametre, de maniere qu'elle ſe trouve au milieu du vaſe *G*, par exemple, en équilibre avec un poids placé dans le baſſin oppoſé: tenez le robinet *m* fermé, & ouvrez celui qui eſt en *l*, pour faire venir de l'eau dans le vaſe: & vous ferez remarquer que la bille d'yvoire ſurnage, étant devenue par cette immerſion plus légére que le poids qu'elle tenoit en équilibre.

Ou ſi l'on ne met que le poids qu'il faut pour la tenir en équilibre, lorſqu'elle eſt entiérement plongée

dans l'eau, on reconnoîtra que ce poids eſt moindre que celui qu'on a employé pour la tenir en équilibre dans le vaſe rempli d'air.

Troiſieme Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section *Pl. I. Fig. 3.*

POUR la balance dont il s'agit ici, il faut un fléau très-léger & très-mobile dans une chappe ; on ſuivra pour cela ce que j'ai dit des balances précédemment, *page* 264. & ce que j'en ai dit encore, *Leçons de Phyſique, Tome III. page* 67. *& ſuiv.* & l'on exécutera de plus, ce que je vais ajouter ici.

Le bras du fléau qui portera la boule de liege ſera plus court que l'autre, afin que la chappe puiſſe être ſuſpendue à-peu-près dans l'axe du récipient ; l'autre bras, ſur les deux derniers pouces de ſa longueur, ſera formé en vis, dont l'écrou ſera une petite poulie de cuivre, à laquelle on ſuſpendra la balle de plomb avec un fil de ſoie doublé ; par ce moyen-là on la mettra aiſément en équilibre avec le liege, ſoit en la faiſant avancer vers le point d'appui, ſoit en l'en éloignant, voyez la *Fig.* 3.

Il faudra donner au moins deux pouces & demi de diametre à la boule de liege : on la fera de plusieurs rondelles collées les unes sur les autres ; & quand la colle sera séche, on arrondira le tout avec une rappe en bois, en finissant avec un grosse lime. Le liege doit être choisi, pour être le plus léger qu'il sera possible ; on pourra même évider, les pieces avant de les coller ensemble.

On fera bien de suspendre la chappe de maniere qu'elle ne puisse pas tourner sur elle-même ; cela se fera très-aisément, en lui donnant par enhaut deux mouvements de charniere, l'un de droit à gauche, & l'autre d'avant en arriere.

Je trouve qu'il est plus commode, de suspendre cette balance à un portant placé au centre de la machine pneumatique, que de l'attacher à la tige d'une boîte à cuirs, pour la soulever, quand on a fait le vuide.

Ce portant est fait avec un lame de fer poli & contournée comme *T t* ; la partie *T*, plus large que le reste, est percée au milieu, pour être arrêté eavec un écrou formé en bouton,

sur un petit pied à patte dont la tige est terminée par une vis; la patte de ce pied, est creuse en-dessous, afin que la vis excédente qui est au centre de la platine de la machine pneumatique, ne l'empêche pas de poser, & le bord est un peu échancré en quelques endroits, pour donner un passage libre à l'air du récipient, qui doit se rendre dans la pompe.

La balance & son portant étant placés, mettez bien en équilibre la boule de liege avec la balle de plomb; placez par-dessus, un récipient assez haut & assez large pour ne point gêner le mouvement de la balance; & faites le vuide, sans remuer la machine pneumatique par aucune secousse; il est presque inutile de dire que les dimensions de cette machine doivent être assujéties à la grandeur du récipient.

Quatrieme Expérience.

VIII. I. LEÇON. III. SEC. *Pl. I. Fig. 2.*

LE petit cylindre solide de cuivre *x*, *Pl. XVI. Fig.* 2. a trois pouces de longueur sur dix lignes de diametre, avec un petit anneau, auquel on joint un fil de laiton terminé en crochet par en-

haut, pour le suspendre au fond du vase cylindrique *X*, où il y a un autre anneau ; & afin que celui-ci n'empêche pas ce vase d'être posé debout, le fond est de deux ou trois lignes plus élevé que le bord.

Le vase cylindrique a une anse tournante, & un crochet pour s'attacher à l'un des bassins de la balance *c* ou *d* ; & le dedans doit être bien ajusté au cylindre avant qu'on y soude le fond.

Cinquieme Expérience.

JE n'ai rien à ajouter à ce qui est dit dans la *Préparation* de cette expérience ; mais pour achever de prouver, que la perte que les corps plongés font de leur poids, est proportionelle à leur volume, & non à leur densité, ajoutez celle que voici. *Figure 4.*

Faites avec du taffetas, le plus mince que vous pourrez avoir, un sac qui contienne une once d'*Ederdon*, c'est-à dire, de ce duvet que le vulgaire appelle par corruption de nom *Aigledon* ; joignez à cela une petite ficelle longue d'une aune ou

environ : mettez le tout en équilibre contre un poids de plomb à une bonne balance, d'abord en laissant prendre au sac tout le volume que peut lui donner le duvet qu'il contient, en s'épanouissant; ensuite en serrant ce même sac en différents sens avec la ficelle, pour le réduire au plus petit volume possible; & vous verrez que dans ce dernier cas, il emportera le poids, qui le tenoit en équilibre auparavant.

Sixieme Expérience.

III. Section. *Pl. I. Fig. 5.*

SI vos deux billes mises en équilibre dans l'air, conservent cet état lorsque vous les ferez plonger dans deux masses de la même eau, & qui auront la même température, vous serez sûr que non-seulement elles pesent autant l'une que l'autre, mais aussi, que leurs volumes sont égaux; ce qui est essentiel dans cette expérience.

Si en les faisant passer de l'air dans l'eau, elles ne conservent pas leur équilibre, il faut un peu diminuer le volume de celle qui paroîtra la plus légére, jusqu'à ce que dans l'eau, elle

soit en équilibre avec l'autre : lorsqu'elles rentreront dans l'air ; celle-ci se trouvera trop légére, mais vous chargerez un peu le bassin de son côté pour réparer ce défaut, & pour lors, soit qu'elles passent de l'air dans l'eau, de l'eau dans l'esprit-de-vin, &c. pourvû que les liqueurs de part & d'autre soient de densités égales, les deux billes conserveront constamment leur équilibre ; comme aussi elles le perdront infailliblement, si l'une des deux liqueurs est plus dense que l'autre.

Le réservoir *F*, de la balance hydrostatique ne pouvant fournir qu'une seule liqueur, si l'on veut que l'un des deux vases, en contienne une différente, il faudra l'y verser d'ailleurs ; supposons qu'on veuille y mettre de l'eau-de-vie, on commencera par boucher le fond du vase *G* ou *H*, avec un tampon de liege bien arrondi, & tellement ajusté que cette liqueur ne puisse point tomber dans la caisse ; on la tirera avec un siphon quand l'expérience sera faite.

Septieme Expérience.

VIII LEÇON, III. Section. *Pl. I. Fig. 6.*

ON se procurera la phiole dont on a besoin dans cette expérience, avec un bout de tube de verre de cinq à six pouces de longueur, gros comme pour y faire entrer le doigt, que l'on scellera par un bout, & que l'on évasera un peu par l'autre, afin de pouvoir y lier plus aisément un petit morceau de vessie mouillée.

On trouve chez les ouvriers qui travaillent au feu de lampe, des figures d'émail qu'ils rendent légeres, & qu'ils mettent en état de surnager les liqueurs, en leur ajoutant au-dessus de la tête, une petite ampoule de verre: pour le cas présent on ne risque rien de choisir ces figures trop légéres; il est aisé de leur mettre au pied, quelque petite masse de plomb, qui ne leur laisse que le degré de légéreté qu'il leur faut pour se soutenir à peine au-haut du tube.

Dans le cas où l'on ne pourroit point avoir de ces figures d'émail, on y suppléroit par une ampoule de verre soufflée à la lampe, à laquelle on

réserveroit un petit crochet ou anneau pour la charger avec du plomb & l'approcher de l'équilibre.

Le Chaudronnier fera un petit vase de cuivre rouge qui contiendra de l'eau, & dans le col duquel on fera passer le tube rempli d'esprit-de-vin, avec la figure ou l'ampoule de verre plongée; & l'on fera chauffer ce bain-marie, sur la lampe que j'ai décrite au commencement des *Avis* concernant la premiere Leçon, ou sur une semblable faite exprès pour lui.

On pourra encore plus simplement, verser de l'eau plus que tiede dans une petite cucurbite de verre, & la couvrir d'un morceau de carton percé au milieu pour plonger par-là, le tube, qui sera retenu par son orifice évasé: la transparence de l'eau & du verre, laissera voir ce qui se passe dedans.

Huitieme Expérience.

SUIVEZ pour cette expérience, ce qui est indiqué dans la *Préparation*, en vous aidant des figures citées en marge. Au défaut du verre représenté par la *Fig.* 7. prenez un tube

VIII. LEÇON III. Section. *Pl. I. Fig. 7. & 8.*

qui ait un pouce de diametre ou environ, que vous ſcellerez, ou que vous boucherez bien par un bout.

COMME on fait deſcendre la petite figure en y faiſant entrer de l'eau par la preſſion, on peut auſſi la faire remonter, quand ſon ampoule contient une trop grande quantité d'eau & qu'elle eſt devenue par là trop peſante. Ayez un tube de cinq à ſix pouces de longueur, monté ſur une patte de verre à boire; rempliſſez-le avec de l'eau, & plongez-y une figure d'émail dont l'ampoule contienne aſſez d'eau pour la faire aller à fond : ſi vous mettez ce tube ainſi préparé, dans le vuide, le peu d'air qu'il ſera reſté dans l'ampoule, ſe dilatera, ſera ſortir un partie de l'eau & rendra la figure aſſez légére pour remonter.

Pour montrer d'une maniere bien ſenſible, comment les cadavres des animaux noyés ſurnagent au bout d'un certain temps, par tuméfaction, prenez une très-petite veſſie, celle d'un jeune agneau, par exemple, où celle d'une groſſe carpe, chargez-la de quelques grains de plomb,

laissez y un peu d'air, & liez bien le col, afin qu'il ne puisse point en sortir; mettez cette vessie ainsi préparée dans un vase de verre un peu long & rempli d'eau claire; elle se tiendra au fond : mais si vous la faites passer dans le vuide, l'air renfermé dans la vessie, en se dilatant, la fera grossir, & vous la verrez venir à la surface de l'eau.

Neuvieme Expérience.

Le tube qui monte parallelement au vase cylindrique de la figure citée en marge, sert à faire connoître avec plus d'exactitude la hauteur de l'eau : il faut qu'il ait deux ou trois lignes de diametre : le robinet d'en-bas ne doit laisser aller l'eau, pour ainsi dire, que goutte à goutte quand on l'ouvre, afin qu'on ait le temps de juger si l'eau est descendue au point où on l'attend.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 9.*

Dixieme Expérience.

L'ARÉOMETRE ou *pese-liqueurs* commun qu'on employe dans cette expérience est très-connu, & l'on peut aisément se le procurer par-tout où

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 10 & 11.*

il y a des Emailleurs, ou des faiseurs de Barometres. Si l'on sçait travailler à la lampe, on le construira soi-même en choisissant un tube de verre bien cylindrique de deux lignes ou environ de diametre, au bout duquel on soufflera une boule grosse à-peu-près comme un œuf de poule, & au-dessous, une autre boule plus petite séparée de la premiere par un étranglement. C'est dans cette derniere cavité qu'on met du mercure, ou des grains de plomb, pour lester l'instrument de maniere qu'étant plongé dans l'eau commune, il s'y enfonce avec le quart de la tige qui peut avoir quatre ou cinq pouces de longueur. Alors on fait entrer dans cette tige un petit rouleau de papier fin, sur lequel on a marqué des divisions en tel nombre que l'on veut, & l'on bouche le haut de l'instrument avec un peu de cire molle.

Comme dans l'usage de cet instrument, il importe beaucoup d'avoir égard au degré de chaud ou de froid de la liqueur dans laquelle on le plonge, au lieu de faire la graduation sur un papier roulé, on peut la mar-

quer avec du vernis coloré, sur un tube capillaire dont un bout soit plongé dans le mercure qui sert de leste, l'autre restant ouvert & passant de quelques lignes hors de la tige de l'aréometre, où il doit être joint avec de la cire molle, afin qu'il ne reste point de communication entre l'air extérieur & celui qui est renfermé dans l'aréometre; parce moyen non-seulement on verra jusqu'à quel degré l'instrument s'enfonce dans la liqueur, mais on reconnoîtra en même-temps, par l'élévation ou l'abaissement du mercure dans le tube capillaire, si le degré de chaleur ou de froid est le même que celui d'une autre liqueur, où l'on auroit plongé l'aréometre immédiatement auparavant.

On fera un aréometre qui marquera les plus petites différences de pesanteur spécifique, en lestant avec du mercure ou avec du plomb, un flacon de verre plus long que large, & d'une figure ovoïde (*a*), afin qu'il

(*a*) Si l'on est à portée d'une Verrerie, on se procurera aisément un flacon capable de contenir environ une chopine de liqueur, &

éprouve moins de réſiſtance tant en montant qu'en deſcendant dans les liqueurs, & en y mettant pour tige un ſimple fil de laiton un peu plus gros qu'une épingle : ce fil de métal aura, ſi l'on veut, quinze ou dix-huit pouces de longueur ; & l'on ſaura le chemin qu'il fait en montant & en deſcendant, par le moyen d'une regle diviſée en pouces & en lignes, que l'on tiendra vis-à-vis, & parallelement à lui.

Le peſe-liqueurs commun, celui de Boyle, dont j'ai parlé juſqu'à préſent peut bien nous faire connoître qu'une liqueur peſe ſpécifiquement plus ou moins qu'une autre, ou que ſa denſité varie en tel ou tel cas ; il peut même nous faire ſentir juſqu'aux moindres différences, lorſqu'il eſt bien fait, & manié avec attention & avec adreſſe ; mais il nous laiſſe ignorer la valeur de ces *plus &*

qui ait la figure d'un œuf fort allongé ; ſinon, l'on trouvera chez les Fayanciers des bouteilles de cette forme, dont les voyageurs ſe ſervent pour porter avec eux une petite proviſion d'eau-de-vie : elles ſont pour l'ordinaire un peu applaties, mais elles n'en ſont pas moins propres à l'uſage dont il s'agit ici.

de ces *moins* qu'il nous montre, parce que ſes degrés d'immerſion ſont arbitraires, & qu'ils n'ont aucun rapport connu avec la maſſe qu'il déplace dans une des liqueurs que l'on met en expérience. L'inſtrument aura donc un mérite de plus, & un mérite important pour la Phyſique expérimentale, s'il eſt conſtruit ou employé de maniere, qu'on puiſſe apprécier au juſte les différences qu'il indique, & connoître par-là, de combien une liqueur eſt plus ou moins denſe qu'une autre.

Pour parvenir à ce but, il faut ſe rappeller ce principe d'hydroſtatique, ſçavoir, qu'un corps plongé dans une liqueur, & qui ne s'y enfonce point entiérement, déplace par ſa partie plongée, un volume de cette liqueur dont le poids eſt égal à la totalité du ſien; d'où il ſuit que ſi l'aréometre peſe une once, on eſt ſûr en le laiſſant deſcendre librement dans l'eau, dans le vinaigre, dans l'eſprit-de-vin, &c. qu'il meſurera toujours par ſon immerſion, un volume de liqueur peſant une once.

Mais le volume d'eſprit-de-vin dé-

placé de cette maniere & pesant une once, sera plus grand que le volume d'eau, celui-ci plus grand que le volume de vinaigre, &c. & l'on doit se souvenir, que les pesanteurs spécifiques sont en raison inverse des volumes; c'est-à-dire, que de deux portions de matiere, dont les poids sont égaux, l'une est d'autant moins dense, ou d'autant moins pesante spécifiquement, qu'elle surpasse l'autre en grandeur: de même que quand les volumes sont égaux, la différence des poids donne celle des densités.

Il y a donc deux moyens de déterminer le rapport des densités de deux liqueurs, par l'immersion d'un corps qui surnage en partie comme l'aréometre: car premiérement on peut, en augmentant son poids, le forcer de descendre dans la plus dense autant qu'il est descendu dans la plus légére; alors les volumes déplacés seront égaux, & le nouveau poids dont on aura chargé l'instrument exprimera la différence des pesanteurs spécifiques, eu égard à la quantité de liqueur déplacée par l'immersion

de l'aréometre : ſi, par exemple, cette quantité eſt d'une once, comme nous l'avons ſuppoſé, & qu'on ait ajouté vingt-quatre grains au poids de l'inſtrument, pour le faire deſcendre dans la plus denſe des deux liqueurs autant qu'il étoit deſcendu dans la plus légére, on peut conclure que leurs peſanteurs ſpécifiques, différent de ving-quatre grains ſur la quantité d'une once ; & comme cette différence ſuivra proportionnellement la quantité, (qu'elle quelle ſoit) de ces mêmes liqueurs comparées, on peut dire généralement, & en réduiſant le tout en grains, que leurs denſités ou peſanteurs ſpécifiques ſont entr'elles, dans le rapport de 600 à 576, ou en uſant de la plus petite expreſſion. comme vingt-cinq à vingt-quatre.

Cette méthode eſt celle qu'a ſuivi Fareinheit, & qui me paroît la plus ſimple & la plus aiſée dans la pratique : ſon aréometre ne différe de celui de Boyle, qu'en ce que ſa tige eſt plus courte & plus menue ; elle n'a point de graduation, mais ſeulement une marque faite avec un fil ou au-

trement ; pour faire connoître que l'immersion est toujours égale ; & elle est terminée par un petit plateau fort léger, sur lequel on pose des poids avec une pince, pour la faire descendre jusqu'à la marque dont je viens de parler.

Secondement on peut conserver à l'aréometre un poids toujours égal & connu, & marquer sûr sa tige des degrés d'enfoncement qui indiquent d'une maniere sure la différence des volumes qu'il déplace, en passant d'une liqueur dans une autre. Car il est certain que si déplaçant toujours une once de liqueur, par exemple, il s'enfonce davantage dans l'une des deux ; ce *plus* en volume déplacé, annonce & mesure le *moins* en densité. Il s'agit donc de diviser la tige de l'instrument de maniere que les degrés d'enfoncement fassent connoître au juste de combien la densité est moindre, & *vice versâ* : c'est ce que M. Brisson vient d'exécuter d'une maniere qui ne laisse rien à désirer ; il établit pour cela une regle générale qui met les Physiciens en état de construire & de graduer des aréo-

metres

metres tant pour les liqueurs plus denſes que l'eau commune, que pour celles qui le ſont moins ; car il n'eſt guere poſſible que le même puiſſe aller à toutes ; & il a joint à cela des Tables d'une étendue ſuffiſante pour toutes les liqueurs connues & qui rendent l'uſage de cet inſtrument très-facile : je m'abſtiens de faire connoître en détail cette nouveauté, qui eſt pour-tant bien intéreſſante, pour ne point prévenir la publication qui en ſera faite bien-tôt dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, & pour ne point paſſer les bornes que je me ſuis preſcrites dans cet ouvrage.

AVIS

Concernant l'Appendice sur les tubes capillaires, & sur les causes de la fluidité & de la solidité des corps.

Appendice. Article I. *Pl. II. Fig.* 12, 13, 14, 15, & 16.

SI l'on est muni d'une lampe d'Emailleur, & qu'on la sache un peu manier, on préparera aisément soi-même tout ce qui est nécessaire pour les quatre expériences de cet article; sinon, pour s'en approvisionner, on profitera des courses que font perpétuellement les faiseurs de barometres, soit pour vendre leurs ouvrages, soit pour aller aux Verreries éloignées, chercher les verres dont ils ont besoin.

Pour connoître dans quel rapport sont les diametres de deux tubes capillaires, on y fera passer successivement la même quantité de mercure; si les longueurs que ce mercure remplit dans l'un & dans l'autre, sont égales entr'elles, c'est une preuve que les diametres sont égaux; s'il occupe dans l'un des deux, quatre fois

plus de longueur que dans l'autre, c'eſt une marque que celui-ci a le diametre double du premier; & s'il s'étend dans le plus petit, ſur une longueur neuf fois plus grande, vous conclurez que le diametre n'eſt que le tiers de celui du plus gros tube; en un mot les différences en diametre, ſeront comme les racines quarrées des longueurs, en ſuppoſant les tubes cylindriques. Et vous connoîtrez s'ils le ſont, en rempliſſant une portion de leur longueur avec du mercure, que vous ferez aller d'un bout à l'autre; car, s'il ne s'étend ni plus ni moins en longueur, dans un endroit que dans l'autre, c'eſt une marque, que le diametre du tube, eſt le même par-tout.

Si vous voulez faire voir que l'effet des tubes capillaires a lieu dans le vuide, vous en attacherez un ou pluſieurs ſur une petite bande de carton blanc, que vous ferez tenir au bout de la tige d'une boîte à cuirs; & quand vous aurez fait le vuide dans le récipient, vous pouſſerez la tige, pour faire toucher le bout inférieur des tubes, à la liqueur que vous au-

rez placée dans un petit gobelet sur la platine de la machine pneumatique.

Premiere Expérience.

Appendice Art. II. Pl. II. Fig. 18.

POUR faire tenir ensemble les deux corps *A* & *B* de cette expérience, vous ferez bien de les enduire avec une matiere grasse un peu plus épaisse que l'huile d'olives pure, avec un peu de suif, par exemple ; & pour les faire descendre dans l'eau, sans risquer de casser le vase, comme cela pourroit arriver si la piece *B*, qui est fort lourde, venoit à glisser, vous prendrez deux bouts de fil longs d'une demi-aune, vous les nouerez ensemble au milieu de leur longueur, & vous les étendrez en croix sur une table, vous placerez les deux corps *A* & *B* unis l'un à l'autre, sur le milieu de la croisure, & ayant relevé les quatre bouts de fils que vous tiendrez réunis, vous ferez descendre les deux corps au fond du vase plein d'eau.

Quand vous les aurez retirés, vous les essuierez bien pour enlever exactement toute la matiere grasse, vous

les mouillerez pour les rejoindre, & vous les plongerez comme auparavant.

Seconde Expérience.

J'AI un peu changé l'appareil de cette expérience pour la rendre plus simple, & pour n'être plus en danger de casser les récipients, lorsque les corps polis viennent à se quitter dans le vuide.

Appendice Art. II. *Pl. II. Fig.* 19. & 20.

A, *B*, *Pl. XVI. Fig.* 4. sont deux molettes, de deux pouces $\frac{1}{4}$ de diametre, que l'on fait fondre en cuivre sur un modéle de bois; on les tourne ensuite, & l'on dresse à la régle les deux faces qui doivent se toucher: & pour que leur contact soit plus exact, on acheve de les dresser & de les doucir en les frottant avec du sable & de l'eau sur une plaque de métal bien plane ou sur un morceau de glace de miroir.

La molette *A* porte, comme l'on voit, un bouton percé avec un anneau, & quand elle est jointe à la molette *B*, on suspend l'une & l'autre ainsi assemblées, dans une espece de cage *C*, composée de quatre

montants qui s'élevent parallelement entr'eux, sur une base de bois tournée *D*, & qui sont courbés par enhaut pour s'assembler à vis dans un noyau couronné d'un petit vase.

La base *D* est percée au milieu, afin de pouvoir se poser à plat sur la platine de la machine pneumatique, sans que la vis excédente du centre l'en empêche; & les quatre montants, qui sont faits avec du gros fil de laiton, n'y sont qu'implantés, afin qu'on puisse quand on le veut, enlever la cage de dessus sa base. Le noyau d'assemblage, & le petit vase qui le couronne sont d'une seule piece de cuivre coulé, que l'on façonne au tour; il faut que les quatre montants embrassent les molettes sans les gêner, afin que quand on a fait le vuide, celle de dessous puisse tomber librement.

Si ces molettes sont bien dressées & bien doucies, en les joignant l'une à l'autre après les avoir mouillées, & les laissant ainsi unies, pendant un ou deux jours, on fera voir que leur adhérence est plus forte, qu'elle ne devroit l'être, si elle n'étoit causée, que par la seule pression de l'air

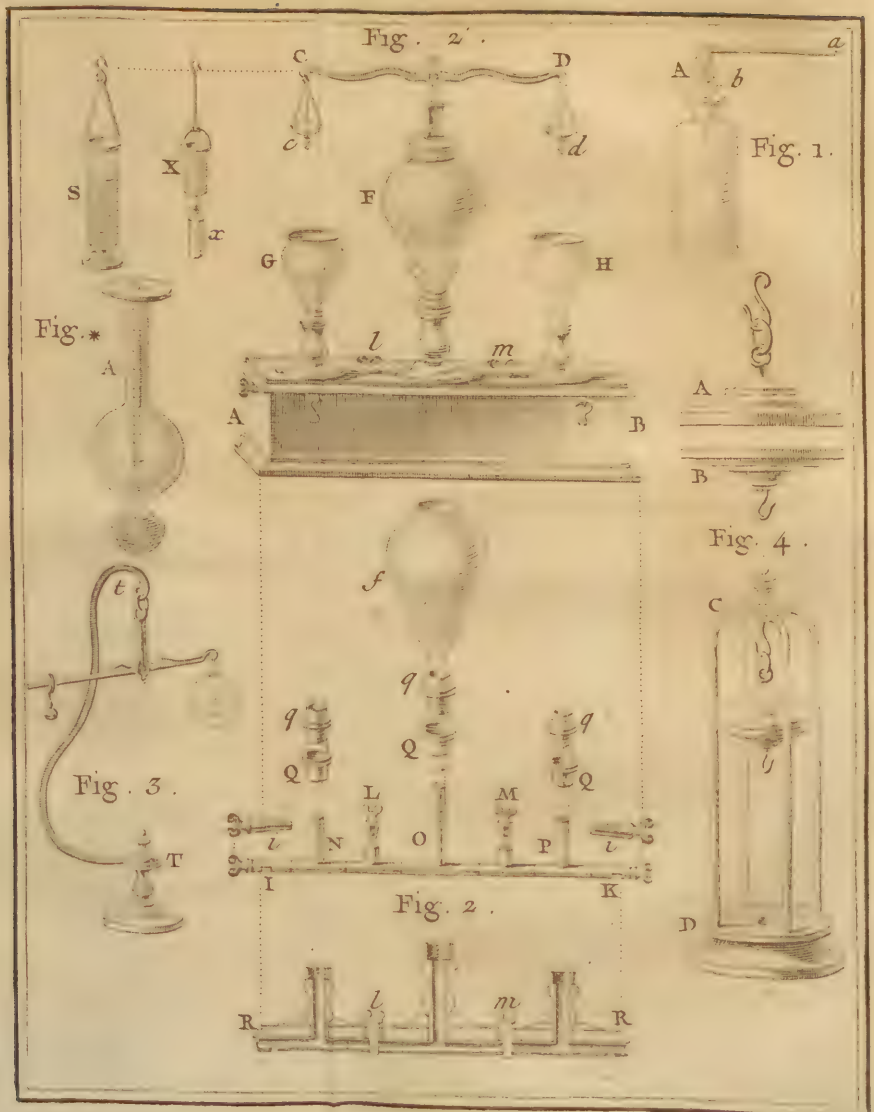


Fig. 2.
C
D
c
d
S
X
x
F
G
H
l
m
A
B
Fig. *
A
t
Fig. 3.
T
f
q
Q
L
M
N
O
P
I
K
Fig. 2.
R
R
a
A
b
Fig. 1.
A
B
Fig. 4.
C
D

groſſier : car elles ne ſe ſépareront pas dans le vuide ; & dans l'air libre il faudra pour les ſéparer, employer un poids plus grand que celui de la colonne d'air qui répond à la molette d'en-bas. Pour cette expérience, il faudra ajouter un crochet de fer ou d'acier ſous la molette *B*.

A la ſuite de ce que j'ai dit dans les *Leçons de Phyſique*, touchant les cauſes de la fluidité des corps, j'ai cité des exemples de *Coagulum* que vous pourrez exécuter, en conſultant pour les drogues qu'il faut y employer, la ſeconde Partie de cet ouvrage, *Tome I.*

AVIS.

Concernant la NEUVIEME LEÇON.

Premiere & Deuxieme Expériences.

IX. LEÇON. I. Sect. Pl. I. Fig. 7.

LES pieces indiquées dans la *Préparation* de cette expérience peuvent s'ajuſter aux revers de la planche qui porte celle de la deuxieme expérience, *cinquieme Leçon I. Sect.* & dont j'ai fait mention *pag.* 148. il faudra ſeulement y percer vers les deux tiers de la hauteur, une rainure à jour qui s'étende d'environ cinq pouces de gauche à droite, ou de droite à gauche comme *Q q*, *Pl. XVII. Fig.* 1.

Le levier *N O*, a quinze pouces de longueur, il eſt fait d'une lame de fer ou d'acier poli, large de cinq lignes, avec une ligne & demie d'épaiſſeur, & il doit être calibré d'un bout à l'autre ; il porte à ſes extrêmités deux trous fraiſés, pour recevoir les poids qu'on veut y ſuſpendre, & trois diviſions, ſçavoir, au

au quart, au tiers, & à la moitié de sa longueur.

Ce levier glisse dans une noix de cuivre *L*, garnie d'un ressort, afin que le frottement, soit plus fort & plus égal, & que le levier demeure comme fixé à l'endroit où on l'a arrêté. Sur la face supérieure de cette noix on a fait un trou évasé *M*, par lequel on peut appercevoir les points de division du levier, & au milieu des faces larges, il y a deux petites pointes d'acier, opposées l'une à l'autre dans la même ligne & sur lesquelles le levier tourne quand il est dans sa châsse.

La châsse est faite avec une lame de laiton pliée, comme *K*; elle est montée à vis sur un pied tourné qui a un pouce de longueur, avec une portée large, & un quarré qui glisse d'un bout à l'autre de la rainure *Q q*, & qui s'arrête où l'on veut, par le moyen d'une vis qui excede la partie quarrée, & qui est reçue par un écrou. Sous cet écrou on fera bien de mettre une rondelle tournée en goutte de suif, & enfilée sur la vis.

La châsse étant ainsi placée, on y

fait entrer, la noix *L M*, chargée du levier; l'une de ſes pointes eſt reçue dans un trou de poinçon fait au bout du pied ſur lequel la châſſe eſt viſſée, & l'autre par un pareil trou fait au bout d'une vis *k*, qui traverſe l'autre branche de la châſſe. Alors le levier ſe meut dans un plan parallele à celui de la planche, & qui en eſt diſtant de quinze à ſeize lignes.

Si l'on veut faire l'expérience avec un levier du premier genre, dont les deux bras ſoient égaux, il ſuffira de fixer la châſſe au point *q*, & d'attacher aux deux bouts, les poids qui repréſentent, la puiſſance & la réſiſtance. Mais ſi les deux bras du levier doivent être inégaux, avant que d'y appliquer la puiſſance & la réſiſtance, il faudra 1°. faire avancer la châſſe dans la rainure *q Q*, autant qu'on aura fait gliſſer le levier en ſens contraire, dans la noix *L M*, afin qu'il réponde toujours à la partie *n o* de la planche: 2°. il faudra mettre le levier en équilibre avec lui même, en chargeant le plus court des deux bras; ce qui ſe fera aiſément avec un

curseur *i*, garni d'un crochet auquel on attachera un petit poids ; & qu'on fera avancer ou reculer. Ce curseur se fera avec une petite lame de laiton fort mince, qu'on pliera pour la faire tourner autour du levier, & dont les deux bouts ne seront point soudés, afin qu'ils fassent ressort en l'embrassant.

Si l'on veut mettre en expérience un levier du second ou du troisieme genre, on portera la châsse à l'extrémité Q de la rainure, & l'on fera agir la puissance par une poulie qu'on disposera comme je vais l'enseigner.

Faites une poulie *R*, de buis ou de quelqu'autre bois dur ; qu'elle soit fixée sur un axe d'acier ou de fer, terminé par deux pivots fort menus, bien ronds, & bien adoucis, avec deux portées qui empêchent que les faces de la poulie ne touchent à la chappe. Ajoutez-y une bride *S*, qui puisse glisser sur toute la longueur d'une lame de fer poli *Tt*, à-peu-près semblable au levier, & dont vous attacherez les deux bouts sur la planche avec des vis en bois, en interposant deux rondelles de quatre li-

gnes d'épaiſſeur ; le diametre de la poulie doit être meſuré de maniere, que le bout de la corde qui prendra le levier, monte d'à-plomb & parallelement à la planche.

Suppoſons maintenant que le levier ſoit du ſecond genre, vous mettrez la noix *L*, (c'eſt-à-dire le point fixe) en *N*, & vous l'arrêterez au point Q de la rainure ; vous porterez la poulie au point *t* ; vous attacherez la corde *V* au bout *O* du levier, & vous le ſoutiendrez en mettant à l'autre bout *X* de la corde, le poids qui ſera néceſſaire. Après cela vous placerez la réſiſtance, à telle diviſion du levier qu'il vous plaira, & la puiſſance au crochet *x*, qui eſt au-deſſous du baſſin ou petit ſceau.

Quand le levier ſera du troiſieme genre, vous amenerez la poulie, au-deſſus du point de diviſion, que vous aurez choiſi ſur le levier ; vous y attacherez la corde *V*, & vous chargerez le baſſin *X*, pour le tenir en équilibre, & puis vous placerez la réſiſtance au point *O*, & la puiſſance au crochet *x*. Les poids dont on

charge le levier, ſont fondus en plomb ou en cuivre, & tournés en forme de poire, comme *P*, avec un creux en-deſſous, au fond duquel eſt un anneau, comme on le peut voir par la coupe *p*. Cela eſt commode pour attacher pluſieurs poids les uns ſous les autres, car ils ont tous chacun un crochet. Il faut en avoir ſix, peſant chacun quatre onces, & ſix autres peſant chacun deux onces, attachés à deux portans, comme *F*.

On poura, ſi l'on veut, deſſiner ſur la planche quelques-uns des arcs que doivent décrire la puiſſance & la réſiſtance, leur poſition étant donnée, ſur tel ou tel levier. Il faut avoir en modeles, les machines les plus ſimples, qui ſe rapportent au levier, tels que le pied-de-chevre des Maçons, les rames des Bateliers, le couteau du Boulanger, la baſcule des Enfants, les différentes ſortes de pinces, de tenailles, de ciſeaux, &c.

On pourra joindre à tout cela, une petite machine avec laquelle on connoîtra ſi une perſonne a plus de force qu'une autre dans les doigts; *B C*, *Fig.* 2. eſt un petit cylindre de fer

ou d'acier bien poli, qui a deux pouces & demi de longueur, sur trois lignes de diametre. Au milieu de sa longueur est assemblé & rivé un gros fil de métal, long de neuf pouces, divisé par lignes, & sur lequel glisse à frottement une petite masse *D* de cuivre, qui pese environ trois onces. Il faut pincer le cylindre en *B* & en *C*, entre le pouce & l'index de chaque main, & tenir le levier qui porte la masse *D*, dans une situation horizontale; on voit bien que plus cette masse sera éloignée du cylindre, plus il faudra de force dans les doigts, pour la soûtenir dans cette position.

Troisieme, quatrieme & cinquieme Expériences.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 15, 16, & 37.

LE levier qu'on employe dans ces expériences, est semblable à celui des deux précédentes, hors qu'il est traversé au milieu de sa longueur par un axe long de deux pouces, & terminé par deux pivots tournés bien ronds & fort menus. Ces pivots sont reçus d'une part, dans une petite plaque de cuivre *A*, *Fig.* 3. & de l'au-

tre par une petite console *B*, qui est traversée par une vis un peu forée au bout. Cet assemblage s'attache avec une ou deux vis, en-haut & au milieu de la planche qui est représentée par la figure 15. citée en marge, si l'on n'aime mieux la chantourner comme celle dont j'ai donné le contour par la *Fig.* 1. *Pl. XVI.* en supprimant la rainure à jour *Q q*.

Au lieu de faire porter la poulie *K* par une régle qui glisse dans une coulisse, il sera plus simple & plus commode que la corde comme *E F*, *E G*, fasse des angles aigus avec le levier, & qu'il y ait au bas de la planche quelques trous pour y placer une poulie *K* ou *k*, qu'on fera tourner très-librement sur l'extrêmité d'un petit pilier de métal. Le levier fixé au milieu de son axe, fera ses mouvements dans un plan parallele à la surface antérieure de la planche : il faut que la gorge de la poulie soit à la même distance, afin que les poids ne touchent point, & que la corde qui vient du point *E*, soit comme le levier, parallele à la planche.

Figure 3. Vous tracerez sur la planche, une ligne horizontale *D E*, qui ait la même longueur que le levier, & dont le milieu marqué par la lettre *C*, réponde justement à l'axe sur lequel il se meut. Si le bras *C E*, a sept pouces & demi de longueur, comme nous l'avons supposé, marquez le point *b* à six pouces, & le point *f*, à trois pouces du centre *C*: d'écrivez-les arcs *b d e*, & *f g h*, & menez les tangentes *E F*, *E G*, sur lesquelles vous ferez tomber les perpendiculaires *C d*, *C g*, qui sont les sinus des angles *C E F*, *C E G*, & qui sont double l'un de l'autre, parce que les deux rayons *b C*, *f C*, sont dans le rapport de deux à un.

Appliquez ensuite le levier sur sa planche de maniere qu'il soit parallele à la ligne *D E*. Si les deux bras sont bien égaux de longueur, à compter des points de suspension au centre de mouvement *C*, & d'ailleurs ils sont bien en équilibre entr'eux, en y suspendant deux poids égaux, comme *E H*, *D L*, l'équilibre subsistera, soit que le levier reste dans la position horizontale, soit qu'on l'incline.

Mais si le levier étant placé comme *D E*, on rend la corde *E H*, parallele à *E F*, par le moyen de la poulie *K* placée en *F*, le poid *I*, quoiqu'il soit le même qu'en *H*, ne suffira plus pour faire équilibre au poids *L*.

La corde restant comme *E F*, mettez un moindre poids en *L*, pour rétablir l'équilibre avec le poids *I*. Ensuite portez la poulie plus loin, de façon que la corde soit comme *E G*, & vous ferez voir, que pour entretenir l'équilibre avec le poids *L*, il faut doubler le poids *I*.

Manivelles simples, & coudées.

IX. LEÇON. I. Sect. *Pl. III. Fig.* 20 & 21.

TOUT ce que j'ai dit touchant les manivelles se démontrera sensiblement, par le moyen des deux machines que je vais décrire. La premiere (*Fig.* 4.) est composée d'une planche chantournée qui a quatorze pouces de hauteur, élevée d'à-plomb sur un autre bout de planche qui lui sert de base, avec deux gousets par derriere pour maintenir l'assemblage. *A B C*, représente cette machine vue de face, & *a b c*, en est le profil. *d*,

eſt une bobine, ou un petit treuil ; dont l'axe eſt prolongé de part & d'autre, avec des pivots & des portées ; d'un côté il eſt ſoutenu par une lame de métal *e* qui eſt coudée, & attachée au haut de la planche avec une vis. De l'autre côté le pivot eſt aſſez long pour traverſer l'épaiſſeur de la planche, & ſe joindre à une manivelle *F G*, qui a trois pouces & demi de longueur. Pour diminuer le frottement, on a fait dans la planche, le trou un peu plus grand qu'il ne faut pour le paſſage du pivot, & l'on a noyé dans l'épaiſſeur du bois, une petite lame de métal percée juſte à ſa groſſeur. Sur le bout de ce pivot qui eſt un peu gros, on à formé un quarré avec une portée, pour recevoir la manivelle, qu'on y retient par une goupille, ou par un écrou.

Au bout *g* de la manivelle, on a rivé une tige de fer *h*, qui a environ trois lignes de diametre ſur deux pouces de longueur, le reſte étant diminué de deux tiers & limé rond. Sur cette derniere partie on enfile une lame de métal ou de bois *k*, d'un pied de longueur, dont le bout eſt

percé comme il convient, pour y avoir un mouvement libre; & par-dessus, l'on chasse un peu à force, un manche de bois *i*, mais de maniere qu'il ne gêne point le mouvement de la lame *k*.

On attache au treuil une ganse fine, & au bout qui pend, un poids *p*, d'environ une livre. Ce poids agissant par un treuil, produit une résistance uniforme & constante; & si l'on méne la manivelle par la piece *K*, poussée ou tirée parallelement à elle-même, on s'appercevra bien, que la force qu'on y employe, n'est pas la même dans tous les points de la révolution.

Voici un modele propre à faire voir l'avantage des manivelles coudées: il faut choisir du fer bien doux, & qui ne soit point pailleux; en faire forger un barreau de trois lignes en quarré, sur dix huit pouces de longueur, & le couder en douze endroits pour former trois especes d'étriers, comme *A B C*, *Fig.* 5, dont chacun ait un pouce & demi de profondeur, en observant que les parties *a b c d*, soient bien alignées. On poura, pour

plus de facilité, faire tous ces coudes dans un même plan ; mais quand ils seront faits, il faudra les disposer en tiers-point comme *D*, en tordant un peu les parties *a*, *b*, *c*, *d*, qui représentent l'axe des trois manivelles *A*, *B*, *C*.

Chaque manivelle, comme on voit, est composée de deux bras *L*, *L*, & d'une troisieme partie *E*, qui les lie, & par laquelle on les fait agir sur la résistance. Cette derniere partie dans notre modele n'a que neuf à dix lignes de longueur ; elle est ravalée au milieu, arrondie & bien adoucie pour recevoir un collet *F*, qui n'est autre chose qu'une petite lame de laiton, qui l'enveloppe, & dont les deux bouts rejoints sont percés, pour y suspendre un poids avec un fil de métal.

Les trois manivelles ainsi préparées, sont placées sur deux montants *G*, *G*, chantournés, évidés comme *g*, & élevés d'à-plomb sur une base *H*, à six pouces de distance l'un de l'autre. Le haut de chaque montant est ouvert pour laisser descendre le pivot de l'axe *a d*, sur une petite pie-

ce de cuivre entaillée dans le bois, & creusée en demi-rond ; une pareille piece se met par-dessus, & le tout est recouvert d'une languette de bois qui entre à coulisse, & qui est retenue ensuite par une goupille. Le bout de l'axe *a*, porte une manivelle garnie d'un manche, avec laquelle on fait tourner les trois manivelles coudées, chargées de trois poids égaux. On peut remarquer alors que la résistance est uniforme pendant toute la révolution.

Sixieme & septieme Expériences.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. III. Fig* 23 & 24.

ON suivra exactement pour ces deux expériences, ce que j'ai prescrit dans leurs *préparations* : dans celle de la sixieme, il y a une faute d'impression qui s'est glissée dans quelques Editions : *on suspend ensuite au poids C, &c.* il faut lire *au point C.* Au lieu d'ôter les deux petits poids *p*, *r*, il sera plus simple & plus commode d'attacher leur équivalent au poids qui est en *C.*

Les leviers qu'on emploie dans ces expériences, ne sont autre chose que des gros fils de fer, bien adou-

cis à la lime, & aux bouts desquels on forme des petits anneaux avec une pince ronde : si celui de la sixieme expérience a quinze pouces de longueur, on n'en donnera que douze à celui de la septieme.

Huitieme & neuvieme Expériences.

IX. LEÇON. I. Sect. Pl. III. Fig. 25. & 26.

CONSULTEZ les figures citées en marge & la description que j'ai fait de la machine dont il s'agit; il suffira qu'elle ait un pied de hauteur, & que les leviers faits, comme je l'ai dit ci-dessus, avec du gros fil de fer, ayent douze à quinze pouces de longueur. La fourchette qui porte chacune des poulies doit être faite avec deux lames de métal assemblées sur une virole, dans laquelle on fait entrer le bout du pilier; & afin qu'il ne tourne point, la partie d'en-bas qui glisse dans la rainure, doit être platte, avec un bout de vis au-dessous pour être arrêté avec un écrou; c'est pourquoi la base doit être montée sur une parclose, qui l'éleve un peu.

Au lieu d'entailler le levier *F G*, en-dessous pour le placer sur le sup-

port *E E*, on poura enfiler sur celui-ci un petit curseur, qui porte en-dessous, un anneau ou un crochet, dans lequel on fera passer le levier *F G*; cela sera très-commode pour trouver sur l'un & sur l'autre, l'endroit qui doit donner l'équilibre que l'on cherche. Ce curseur sera fait, si l'on veut avec un fil de laiton gros comme une épingle, qu'on tournera deux ou trois fois sur le support *E E*, & dont le bout sera tourné en forme d'anneau, avec une pince ronde.

Les Balances.

On consultera pour la construction des balances, ce que j'en ai dit dans les *Leçons de Physique*, & les figures citées en marge; on fera bien d'en avoir des deux especes, & de différentes grandeurs, & de les monter sur des supports qui les rendent commodes dans l'usage. *Voyez les Fig.* 28 & 33. citées en marge.

IX. Leçon. I. Section. *Pl. III & IV. Fig.* 28, 29, 30, 31, 32, & 33.

Pour faire entendre comment une balance ordinaire peut être fausse, quoiquelle soit bien en équilibre, quand les bassins sont vuides; il faut

en avoir une faite exprès, dont le fléau ait un de ses bras d'une ligne ou deux plus court que l'autre ; cette inégalité ne sera point apparente aux yeux : mais elle empêchera à coup sûr, que les bassins ne conservent leur équilibre, si on les charge de deux poids égaux.

Je me sers de la petite machine que je vais décrire, pour justifier les observations que j'ai faites, sur la suspension du fléau & sur celle des bassins. *A B*, *Fig. 6.* est une lame de cuivre, longue d'un pied & large d'un pouce & demi au milieu, ayant à ses extrêmités deux trous à jour & fraisés, de quatre lignes de diamétre, & à égales distances d'un troisieme beaucoup plus petit, qui est au centre de gravité de la piece ; de sorte que quand elle est enfilée par là sur une épingle, ou sur une aiguille à coudre, elle demeure en équilibre avec elle-même, soit qu'on la place horizontalement, soit qu'on l'incline: à huit lignes de distance, au-dessus de ce trou *c*, il y en a un autre *d*, tout-à-fait semblable, & qui est com-

me

me lui, à égales distances des centres de ceux qui sont en *A* & en *B*.

Pour porter cette espece de fléau, j'ai fait faire un pied tourné *D*, surmonté d'une regle de bois, avec une aiguille qu'on voit en *E*, & qui a une portée pour empêcher, qu'il ne touche la regle. J'ai même augmenté l'épaisseur du cuivre, par deux petits canons rivés aux endroits où sont percés les trous *c* & *d*, afin que la piece en tournant ne sorte point du plan dans lequel elle est.

J'ai déja dit que le fléau *A B*, suspendu par son centre de gravité *c*, se tient par son équilibre dans toutes les situations où on le met; il n'en est pas de même, si l'on fait passer l'aiguille de suspension, par le trou qui est au-dessus, car alors si on l'incline & qu'on le laisse aller, il fait plusieurs oscillations avant de s'arrêter, & enfin il s'arrête dans la situation horizontale, ce qui prouve qu'il n'est en équilibre avec lui-même que dans cette position, & qu'il faut employer une certaine force, pour l'en faire sortir.

Après cela je remets l'aiguille dans

le trou *c*, & j'accroche deux poids parfaitement égaux en *A* & en *B*, l'équilibre subsiste, tant que le fléau est horizontal; mais dès que je l'incline d'une certaine quantité, il trébuche tout-à-fait, & ne revient point, parce que les trous *A* & *B*, qui sont un peu grands, font approcher l'un des poids du centre de mouvement, & reculer l'autre d'autant, ce qui rompt immanquablement l'équilibre.

LES POULIES.

Dixieme Expérience.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 36.

LES centres de la poulie & du levier angulaire sont à dix pouces de distance l'un de l'autre, & tous deux sont élevés de quatorze pouces au-dessus de la tablette sur laquelle sont fixés les deux piliers.

La poulie est de cuivre, elle a sept pouces de diametre, & elle est à jour avec huit rayons, comme la figure citée en marge la représente; il en faut plusieurs de cette grandeur pour les expériences suivantes; le mieux sera de les faire fondre sur

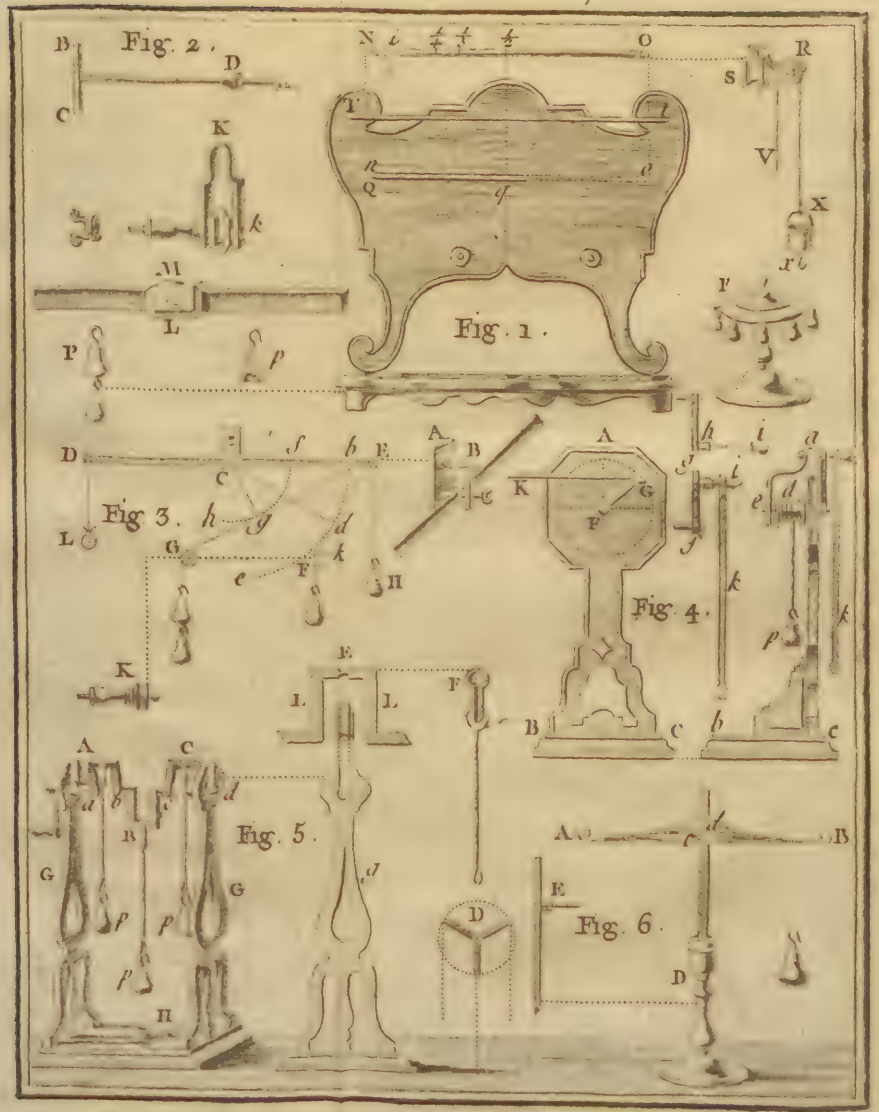


Fig. 2 .
Fig. 1 .
Fig. 3 .
Fig. 4 .
Fig. 5 .
Fig. 6 .

un modéle que l'on préparera avec du bois ou avec du plomb, & dont on tiendra toutes les parties un peu plus fortes, à cauſe des diminutions, qu'elles doivent ſouffrir à la fonte, au tour, & par la lime.

La poulie doit être tournée ſur ſon axe, ou ſur une broche de fer bien ronde, dont il prendra la place, après avoir été tourné ſéparément; il recevra la poulie ſur une aſſiette, & y ſera rivé, comme cela ſe pratique pour les roues dans l'Horlogerie. Cet axe doit avoir deux pivots bien ronds, bien menus & bien polis, avec des portées qui empêchent la poulie de toucher la chappe en tournant. Cette chappe peut être faite avec deux lames de cuivre, pliées d'équerre par en-bas, & arêtées l'une ſur l'autre dans cette partie, par une vis qui les attache en même-temps au fond de la virole qui entre ſur le bout du pilier: la gorge de la poulie eſt creuſée en demi-rond d'une ligne & demie de diametre; au lieu de faire tourner le levier angulaire ſur un cloud, on ſera mieux, de lui faire un axe &

de lui préparer une chappe semblable à celle de la poulie.

Avant d'appliquer au levier angulaire & à la poulie, les poids qui représentent la puissance & la résistance, on doit penser que le bras *D* ou *d*, ajoute son poids à celui qu'on met au bout du cordon, & qu'il faut contrebalancer cette augmentation, en mettant l'équivalent, sur le cordon *A P*, ou *B R*.

Onzieme Expérience.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 37.

POUR avoir les trois poulies concentriques de cette expérience, on en peut prendre une semblable à celle de l'expérience précédente, dont on tiendra l'axe plus long d'un côté seulement, pour recevoir les deux autres poulies, qu'on fera d'une même piece, avec quelque bois dur, & qu'on fixera sur quatre rayons de la grande avec des petits clous rivés. Il faudra qu'une des joues de la chappe soit coudée pour embrasser les deux poulies de bois; & que chacune des trois ait son cordon attaché par un bout à un point de sa circonfé-

rence : outre cela il faudra un cordon libre garni de deux poids égaux, pour le placer sur celle des poulies, qu'on voudra.

Douzieme Expérience.

LES petites boucles de métal dans lesquelles tourne l'axe de la poulie, sont faites avec du fil de laiton tourné en huit de chiffre : dans l'un des deux anneaux on fait passer le cordon, & l'autre embrasse l'axe, qui est creusé en gorge de poulie, pour empêcher qu'il ne glisse d'un côté ou de l'autre. Le reste est suffisamment indiqué par la figure citée en marge, & par l'explication qui l'accompagne.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 38.

A la suite de cette expérience, je propose un moyen d'entretenir en équilibre, deux forces dont l'une soit constante, tandis que l'autre s'affoiblit, ou devient plus grande ; j'exécute cela par une machine, qu'on pourra imiter de la maniere qui suit.

Elle consiste en une espece de poulie *A*, *Pl. XVIII. Fig.* 1. dont la gorge suit une ligne spirale, & au

milieu de laquelle eſt fixé un barillet garni d'un reſſort, comme ceux des pendules ou des montres : le bout de ſon axe, après avoir traverſé l'épaiſſeur de la poulie, s'attache à une lame de cuivre *B*, qui tourne comme la branche d'un compas au haut de la tige d'un pied à patte *C*, afin qu'en l'inclinant on puiſſe faire deſcendre le poids *D* librement, & ſans que la corde touche, ni à la patte du ſupport, ni à la table au bord de laquelle on l'aſſujettit, avec une vis ou autrement.

La poulie eſt faite d'un morceau de planche de noyer, de poirier, ou de quelqu'autre bois ferme, d'une denſité uniforme & qui ſe coupe proprement; en l'arrondiſſant & en dreſſant les faces ſur le tour, on lui laiſſera cinq pouces de diametre & dix lignes d'épaiſſeur au milieu, ſur une eſpace *a b*, de vingt-deux lignes, que l'on creuſera un peu pour y faire entrer une partie du barillet, le reſte ſera abattu en pente comme *b c*.

Pour tracer la gorge en ſpirale; vous diviſerez l'eſpace *b c*, qui eſt de vingt-trois lignes, en quatre parties

égales par trois cercles concentriques comme on le peut voir en *d e* : ces cercles peuvent se tracer sur le tour avec un crayon ou avec la pointe du burin : divisez ensuite ces quatre espaces circulaires en autant de parties égales qu'ils vous plaira (en huit si vous voulez) par des lignes tendant au centre comme *d e*, &c. & chaque espace en huit autres parties égales, que vous marquerez par des points. Cela étant fait vous ménerez une ligne qui commençant au point *d*, aille passer par la premiere division du rayon qui suit immédiatement, ensuite sur le second point du suivant, sur le troisieme de celui d'après, &c. ce qui la fera parvenir au point *h* : continuez-la de même dans le second, dans le troisieme & dans le quatrieme espace circulaire, elle viendra passer en *g*, en *f*, & finir en *e*. Coupez le bois quarrément sur cette ligne, comme il est indiqué par *a g*, & vous y creuserez avec une queue de rat, ou avec une petite écouane faite exprès, une gorge demi-ronde, d'une bonne ligne de profondeur sur autant de largeur : peu importe que cette gorge

en ſpirale commençant au point *d*, tourne à droite ou à gauche ; mais en plaçant le reſſort dans le barillet, il faut avoir attention que ſes ſpires tournent en ſens contraire de celles que vous aurez faites ſur le bois.

Le barillet aura un pouce & demi de diametre, & huit lignes de hauteur ; il entrera, comme je l'ai dit, dans le bois, de toute l'épaiſſeur de ſon fond, ainſi que deux petites oreilles qu'on y réſervera & par leſquelles on l'arrêtera avec deux vis à têtes perdues *i i*, qui les prendront par derriere.

Je ne m'arrête point à donner la conſtruction du barillet ; on tirera cette piece des mains d'un Horloger, ou bien on la cherchera de hazard, dans les débris des vieiles pendules, que vendent les Brocanteurs de ferrailles ; & s'il ne ſe rencontre pas avec les mêmes dimenſions que j'ai preſcrites, on aſſujettira le reſte de la machine à celles qu'il aura.

La piece qui entre dans le drageoir, pourra être à jour, afin de laiſſer voir le jeu du reſſort ; & on la retiendra par une goupille qui traverſera,

verſera, le bout de l'axe. L'autre bout de cet axe entrera quarrément dans la lame de laiton *B*, dont j'ai parlé, & y ſera retenu par un écrou : & l'on aura l'attention de ménager un petit eſpace entre cette lame & la face poſtérieure de la poulie, afin que celle-ci ne la frotte point en tournant.

Le bout de la lame *B*, plus large que le reſte & arrondi circulairement, tournera dans une piece de cuivre de fonte, figurée de même, & fendue pour la recevoir ; mais de maniere que la lame de cuivre ne puiſſe s'incliner que de quarante ou quarante-cinq degrés tout au plus. Ce mouvement ſe fera, non ſur un ſimple clou rivé, mais ſur une vis, qui n'aura que trois ou quatre filets, & dont l'écrou ſera une rondelle tournée en roſette ou en goutte de ſuif, qui la recevra quand elle aura traverſé les deux joues & la piece mobile *B*. On ſera bien de mettre une pareille roſette ſous la tête de la vis ; & afin que celle qui ſert d'écrou ne puiſſe point tourner, on y rivera deux petits pieds, qui entreront d'une demi ligne, dans

la joue sur laquelle elle sera appliquée.

Cet assemblage sera monté sur le fond d'une virole *L*, dans laquelle on fera entrer la tige *C* du support. Enfin on attachera en *A*, où commence la gorge de la poulie, une ganse fine de soie, au bout de laquelle on puisse attacher un poids comme *D*. Enveloppez ce cordon sur toute la gorge en allant de la circonférence au centre; faites faire un tour entier à la poulie, pour donner de la bande au ressort, & mettez un poids *D*, qui suffise à peine pour empêcher la poulie de retourner en arriere; quand le poids sera ainsi réglé, faites le descendre davantage, & ensuite encore plus, en tirant un peu le cordon avec la main; par-tout où vous l'arrêterez, il sera en équilibre avec le ressort, parce qu'il agit par des rayons de plus en plus longs, à mesure que le ressort prend plus de bande par le mouvement de la poulie.

Voilà ce qui arrivera, si le ressort est bien fait, & qu'il ait sa ongueur ordinaire; mais si vous avez lieu de vous en défier, au lieu de vous y

prendre comme je l'ai dit plus haut pour tracer la ſpirale, voici comme il faudra que vous faſſiez.

Au lieu de la poulie *A*, vous préparerez une molette de bois, de deux pouces de diametre & de dix lignes d'épaiſſeur, à laquelle vous ajuſterez un petit levier *k l*, de deux pouces & quelques lignes de longueur. Vous attacherez le barillet à la molette comme on l'attache à la poulie, & vous y joindrez la lame *B*, avec ſon pied; vous ferez faire un tour au barillet pour donner de la bande au reſſort, & vous mettrez en *k*, un poids capable de le retenir dans l'état d'équilibre. Vous ferez faire un ſecond tour au barillet; vous reculerez le poids en allant vers *l*, juſqu'à ce qu'il faſſe un effort égal à celui du reſſort, & vous marquerez la place de ſon crochet : vous ferez faire encore un tour au barillet, & vous ferez auſſi avancer le poids autant qu'il le faudra pour empêcher le barillet de retourner en arriere; vous répéterez la même épreuve encore une fois, & vous aurez ſur le levier *k l*, des marques ſur leſquelles vous

réglerez les espaces circulaires entre *d* & *e*, sans vous embarrasser s ils sont égaux ou non ; vous procéderez pour le reste comme je l'ai dit ci-devant, à moins que pour une plus grande régularité vous n'aimiez mieux mettre quatre leviers en croix au lieu d'un, & tâter avec le poids, l'effort du ressort à chaque quart de sa révolution ; alors, non seulement vous aurez la largeur des espaces circulaires correspondante à l'accroissement de la force du ressort, pour chacune de ces révolutions, mais vous aurez encore la division convenable à chaque espace.

Treizieme Expérience.

IX. LEÇON. 1. Sect. Pl. V. Fig. 41.

ON fera cette expérience encore plus commodément, en la préparant comme il suit.

A, *Fig.* 2. est une poulie de bois mince, qui a trois pouces & demi de diametre, & qui est évidée, pour être plus légere ; les deux pivots de son axe portent une bride de laiton *B*, au bas de laquelle il y a une boucle pour accrocher un ou plusieurs poids. *C*, *D*, sont deux piliers de bois élé-

vés d'à-plomb ſur une baſe commune ; ils ont chacun un pied de hauteur, & ſont à dix pouces de diſtance l'un de l'autre. Le pilier *D*, porte une potence de métal à laquelle eſt attachée une ganſe de ſoie, qui deſcend d'aplomb pour embraſſer la poulie, & qui remonte de même, pour s'attacher au bout d'un fléau de fer poli très mobile, qui a ſon centre de mouvement entre deux lames de cuivre aſſemblées ſur une virole de même métal, & portée par le pilier *C*.

Il faut commencer par mettre en *f*, un petit poids qui faſſe équilibre à la poulie & à la bride dont ſon axe eſt chargé ; après cela, ſi l'on attache en *B* deux poids égaux, un troiſieme égal à l'un des deux, ajouté en *f*, fera ſubſiſter l'équilibre.

Si l'on veut que les deux bouts de la corde, au lieu d'être paralleles entr'eux, prennent des directions obliques, on fera tourner les viroles ſur le bout des piliers ; alors le bout *E* du fléau, & celui de la potence *G*, où eſt le point fixe, s'écarteront l'un de l'autre, & feront ſortir de part

& d'autre la corde hors de son à-plomb.

Si l'on exécute les poulies mouflées en modeles, il faut les faire de buis ou d'yvoire plûtôt que de métal; afin qu'elles soient plus légéres: on pourra même dans cette vue les évider par compartiments, & il suffira qu'elles aient depuis un pouce, jusqu'à deux de diametre. Il faut que l'axe soit fixé à la poulie, que les pivots soient menus, que chacun d'eux ait une portée qui empêche la poulie de frotter contre sa chappe: enfin, avant que de mettre en opposition le petit poids contre le grand, on n'oubliera pas de mettre les mouffles en équilibre avec quelque poids, qui ne sera point compté comme faisant partie de la puissance.

Les Roues.

IX. LEÇON. I. Sect. *Pl. VI. Fig.* 45, 46 & 47.

ON trouvera dans la machine que je vais décrire, de quoi démontrer tout ce que j'ai dit au sujet des roues dont les axes ne font que tourner.

A B, *C D*, *Fig.* 3. sont deux montants qui ont chacun neuf pouces de hauteur; ils sont assemblés parallele-

ment, laiſſant entr'eux un intervalle de quinze lignes ; par en-bas ils ſont pliés d'équerre, & appliqués l'un ſur l'autre avec une vis qui les traverſe, & qui les attache ſur un plateau de bois tourné. Par en-haut, ils ſont aſſemblés avec un petit barreau de cuivre tourné & deux vis. Ces montants ſont faits de deux lames de laiton chantournées & évidées, comme on le peut voir par *a b*, qui en repréſente un vû de face.

Cette eſpece de cage contient deux roues *E*, *F*, & un pignon *G*. La plus grande des deux roues a cinq pouces & demi de diametre, quatre-vingt-ſeize dents de champ, & autant de chevilles paralleles à ſon axe. La petite roue *F*, plus épaiſſe que la précédente, a ſeize dents & ſe mene avec une manivelle *H*. Le pignon a huit aîles ou fuſeaux qui s'engrainent avec les chevilles de la grande roue : ſon pivot tourne ſur une piece *I*, attachée à l'un des montants avec une vis *L*, & la tige à laquelle on a réſervé une portée, paſſe à travers le barreau & reçoit ſur un quarré, la croix *M*, qui eſt montée ſur un petit ca-

non percé convenablement pour s'y ajuster.

L'axe de la grande roue, prolongé de quelques lignes au de-là du montant *CD*, & limé quarrément avec une portée, est chargé d'une aiguille *N*, retenue par une goupille ; & l'on a eu l'attention en assemblant toutes ces pieces dans la cage, de tenir la manivelle *H*, dans une direction parallele à celle de l'aiguille *N*. Afin qu'on puisse appercevoir plus aisément le rapport des vîtesses des deux roues *E*, *F*.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig. 46 & 47.*

SI l'on veut prouver par une expérience, que les grandes roues, aux voitures, sont plus avantageuses que les petites, pour vaincre les inégalités du terrein, on fera un petit modele de charriot, dont les roues de derriere soient d'un bon tiers plus grandes en diametre que celles du devant ; on le placera sur une table, ou sur une planche de niveau, qui ait trois ou quatre pieds de longueur, & sur laquelle on aura attaché de distance en distance des tasseaux, qui la traversent ; on le fera tirer par un poids, & une corde qui passe sur

une poulie placée au bord de la table : le charriot étant chargé de quelques morceaux de pierre ou de métal, si le poids qui est au bout de la corde suffit à peine, pour faire passer les grandes roues par-dessus les tasseaux, on fera voir qu'il n'est point assez fort & qu'il faut l'augmenter pour y faire passer les petites.

Treuil, Cabestan, Grue, &c.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 48, 49, 50 & 51.

ON trouve par-tout les machines dont il est ici question, & des ouvriers capables de les exécuter en modeles ; l'inspection même des figures citées en marge, suffira pour guider une personne un peu accoutumée à manier les outils des Menuisiers, & qui voudra se donner la peine de les faire elle-même ; elle poura y joindre le treuil à grande roue qui est tant en usage dans les carrieres ; & la chevre, qui est plus portative que la grande grue, & par cette raison, préférable dans bien des occasions.

A propos de la chevre, en voici une, qui a été présentée depuis peu d'années, & accueillie plus qu'elle

ne le méritoit : si l'on veut l'exécuter en petit, elle servira très-bien à montrer ce que les frottements peuvent occasionner dans la machines.

A, *B*, *C*, *Fig.* 4. sont trois montants inclinés entr'eux, qui ont chacun trois pieds de longueur, & qui sont assemblés par deux traverses *D*, *E*, & un boulon de fer *F f*, avec une clavette. Cet assemblage se démonte pour rendre la machine plus portative, & pour cet effet les traverses sont arrêtées par des chevilles de fer, qu'on peut repousser. *G g*, est un treuil dont la moitié est plus grosse que l'autre, dans le rapport de trois à deux, & dont les pivots qui sont de bois & gros, tournent dans deux pieces *h*, *h*, qui montent d'à-plomb; ces deux pieces sont percées comme *H* : par en-bas elles entrent sur la traverse *D* qui est ronde, & par en-haut elles sont attachées avec des boulons de fer & des clavettes. Au boulon d'en-haut *F*, sont attachées deux poulies de renvoi qui sont de métal, & dont les axes sont fort gros, pour avoir une force suffisante : chacune

des chappes tient à un gros piton *I*, sur lequel elle tourne pour se prêter à la direction de la corde.

Dans le modele même, la corde est de chanvre, & elle a aumoins trois lignes de diametre: on la fait passer par un trou qui traverse le treuil diamétralement au milieu de sa longueur, & on l'enveloppe de part & d'autre, de maniere qu'elle sorte du treuil comme *K L* & *M N*, pour aller passer sur les deux poulies de renvoi, & delà se joindre sous la poulie moufflée *i* à laquelle est attaché le poids, qui représente la résistance.

On voit par cette disposition, que si l'on fait tourner le treuil de *K* en *O*, le poids *P* doit monter; car le gros treuil tirera plus de corde que le petit n'en pourra céder, suivant la différence des deux diametres; mais comme cette corde sans fin, tire le poids par une poulie qui est moufflée, si le rayon qui répond à la corde *K*, est à celui d'où part la corde *M*, comme trois à deux, cet excès qui est d'un $\frac{1}{3}$ ne produira qu'un $\frac{1}{6}$; c'est-à-dire, que si le poids, devoit monter d'un pied, parce que

la corde *K L*, va d'un tiers plus vîte que *M N*, il ne montera que de six pouces, à cause de la poulie moufflée, qui est un levier du second genre.

Ce qu'on a le plus admiré, & fait valoir dans cette invention, c'est que quand on a mis le poids en l'air, il y reste, sans qu'on soit obligé de retenir le treuil; sur-tout s'il est considérable, comme de quarante ou cinquante livres. Mais ce qui produit cet effet, c'est le frottement du treuil & celui des poulies, joint à la roideur de la corde; & toutes ces résistances agissant également dans un sens comme dans l'autre, s'opposent autant au mouvement du treuil qui doit faire monter le poids, qu'à celui qui peut le faire descendre; & puisqu'elles suffisent pour empêcher sa chûte, n'est-il pas évident qu'il faudra commencer par les vaincre, quand on voudra le faire monter?

Si l'on veut diminuer considérablement le frottement du treuil, & celui des poulies, en faisant les pivots de métal & très-menus, & si l'on substitue à la corde de chanvre

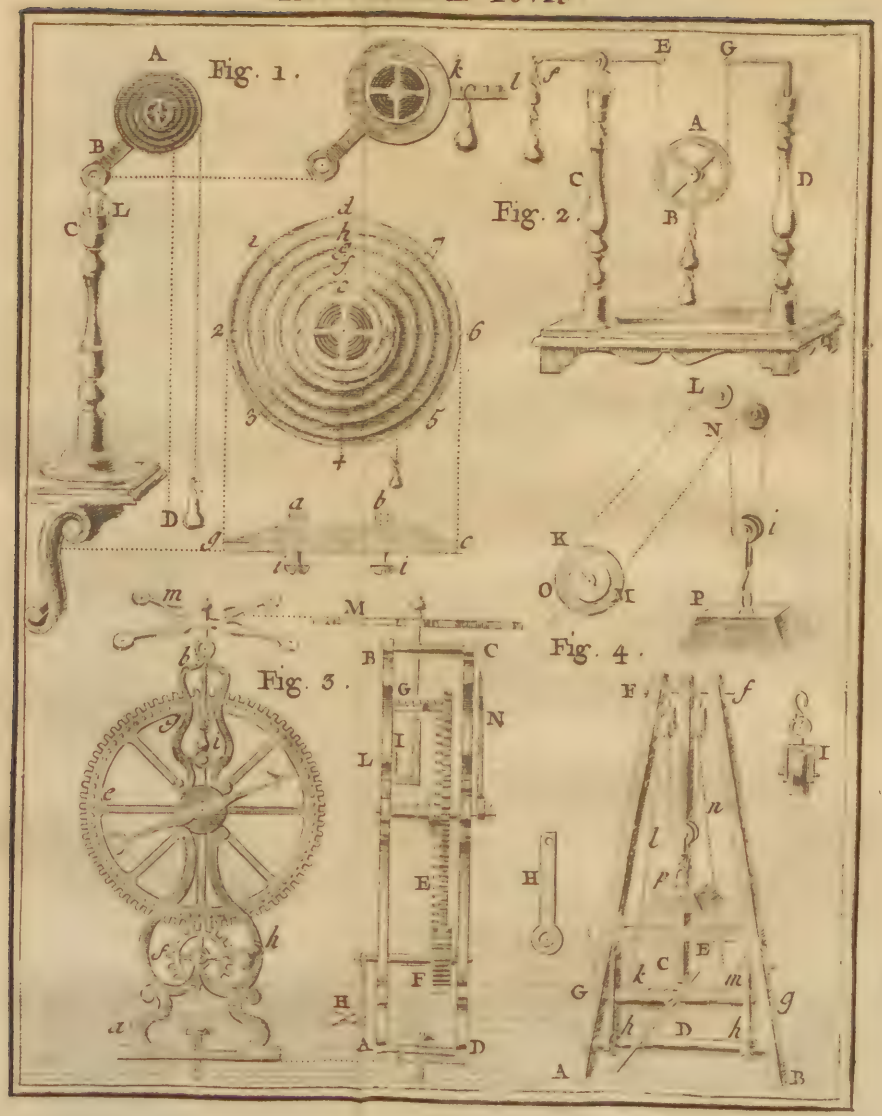


Fig. 1.
A
B
C
L
D
k
l
d
h
g
f
e
1
2
3
4
5
6
a
b
c
i
Fig. 2.
E
G
A
C
D
B
Fig. 4.
L
N
K
O
M
P
i
Fig. 3.
m
M
b
B
C
G
N
I
L
E
F
H
A
D
e
d
h
F
f
n
l
p
k
m
g
h

une petite ganse de soie très-souple, l'expérience fera voir, qu'un poids de cinq ou six livres retombera, quand on l'aura mis en l'air, à moins qu'on ne retienne le treuil.

Premiere Expérience.

J'AI fait à la machine du plan incliné représentée par la figure citée en marge, quelques améliorations, qui en rendent l'usage plus facile, & au moyen desquelles on peut faire l'expérience plus complette.

IX. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig. 1 & 2.*

1°. Au lieu de donner quinze pouces de longueur à la tablette *A C*, il faut lui en donner dix-huit, & les marquer sur son épaisseur. 2°. non-seulement il faut l'ouvrir par en-haut sur sa largeur, pour recevoir le quart de cercle, mais les deux joues qui l'embrassent doivent excéder d'un demi-pouce, & s'assembler avec deux goupilles dans une petite piece de bois platte, qui forme un quatrieme côté au trou quarré dans lequel glisse le quart de cercle. 3°. Je place sous cette piece, ou à la partie de la tablette qui touche au quart de cercle par-dessous, une lame de métal fai-

ſant reſſort, au moyen de laquelle le plan *A C*, demeure comme fixé au degré d'inclinaiſon qu'on lui donne.

Le cylindre *D* a deux pouces & demi de diametre, & il eſt d'une longueur égale à la largeur de la tablette *A C*. Je regle ſon poids à douze onces, y compris celui de la bride dans laquelle il tourne; afin qu'on puiſſe faire ſervir les poids de cuivre dont j'ai fait mention ci-devant *pag.* 389. & qui peſent chacun quatre onces. Pour donner au cylindre, qui eſt de bois, le poids de douze onces, j'y forme une cavité concentrique à ſon axe, dans laquelle je coule la quantité de plomb néceſſaire, & j'achéve de la fermer avec un tampon de bois collé; je ſuppoſe que la piece ainſi préparée, eſt un peu plus peſante qu'il ne faut; je la remets ſur le tour pour ôter un peu de bois, & je l'amene à ne peſer que douze onces, lorſqu'elle eſt montée dans ſa bride. Cette bride n'eſt autre choſe qu'une petite lame de cuivre, pliée d'équerre par les deux bouts, avec deux vis terminées en pointes entre leſquelles le cylindre tourne librement. La par-

tie de la bride, qui eſt parallele à la longueur du cylindre, eſt garnie de deux petites boucles où s'attachent les cordons.

La piece de métal qui porte les deux poulies de renvoi, eſt une lame de quatre pouces de longueur, & auſſi lage que le quart de cercle eſt épais ; elle eſt pliée quarrément au milieu de ſa longueur pour embraſſer la partie de la tablette *A C*, qui recouvre le quart de cercle, & elle s'attache par deux pieds rivés à ſes extrémités, & qu'on fait entrer un peu à force, dans des trous diſpoſés pour cela, ſur l'épaiſſeur du quart de cercle. Sur cette partie du milieu qui eſt élevée quarrément, eſt attachée une traverſe qui porte les deux poulies de renvoi, qui doivent être très-mobiles; leur grandeur & leur écartement, doivent être réglés de façon, que les cordons qui viennent du cylindre à elles, ſoient toujours paralleles entr'eux, & au plan incliné, quand on veut que les poids aient tout l'effet qu'ils peuvent avoir. Pour la premiere expérience on employera deux poids de quatre onces chacun.

Avec la machine préparée comme je viens de le dire, on pourra faire une seconde expérience par laquelle on prouvera, que la puissance qu'on fait agir avec un plan incliné, est à la résistance dans le cas d'équilibre, comme la hauteur de ce plan est à sa longueur.

Car ayant élevé de douze pouces, l'extrêmité *A* du plan incliné qui a dix-huit pouces de longueur, il ne faudra que deux poids de quatre onces chacun, pour tenir le rouleau *D* en équilibre; & l'on produira le même effet avec un seul de ces deux poids, si l'on abaisse le plan incliné, de maniere que le bout d'en-haut, ne soit élevé que de six pouces au-dessus de la tablette horizontale qui sert de base à la machine : pour faire agir le poids de quatre onces dans ce dernier cas, il faut employer deux poids qui pesent chacun deux onces, afin que les cordons conservent leur parallélisme.

Pl. VI. Fig. 3 & 4. Dans les *applications* qui suivent la premiere expérience, il est fait mention d'une machine, qui à besoin d'être un peu plus expliquée : le so-

lide

lide *A*, composé de deux cônes joints par leurs bases, peut se faire d'une seule piece sur le tour avec un morceau de bois léger bien sec & sans nœuds : mais comme il doit avoir un peu plus d'un pied de longueur & six pouces au moins de diametre au milieu, quelque bois qu'on puisse choisir, ce sera toujours une piece lourde, & sujette à se fendre : j'ai mieux aimé le bâtir de la maniere suivante.

A B, *Fig.* 1. *Pl. XIX*, est un cylindre de bois de tilleul ou d'aulne qui a quatorze à quinze pouces de longueur, & qui est d'abord partout d'un pouce & demi de diametre comme en *A*. J'enfile, & j'arrête avec deux chevilles, un morceau de planche de noyer tourné en rond, de six pouces de diametre, avec une languette au milieu de deux feuillures, comme on le peut voir en *C* & en *D*. Je diminue la grosseur du cylindre, sur une longueur de quatre pouces & demi de part & d'autre, & pour former les deux cônes, je prépare des petites douves triangulaires & courbes sur leur largeur, que j'assem-

ble à plats joints avec de la colle-forte, & que j'arrête de même dans les feuillures de la piece *C D*, & sur les deux bouts ravalés du cylindre, vers *A* & vers *B*. Et quand la colle est seche, je remets la piece sur le tour pour l'achever, comme *a b*, en réservant, ou en ajoutant deux petits boutons aux extrêmités, pour la manier plus commodément.

Les deux regles *E F*, *E G*, sur lesquelles je place le double cône, ont quinze à seize pouces de longueur : elles sont portées par des piliers *I*, *I*, de quatre pouces de hauteur, élevés d'à-plomb sur un double *T*, comme on le peut voir par la figure ; chacun des piliers, comme *I*, est ouvert par en-haut pour recevoir la regle ; & par en-bas, le tenon après avoir traversé l'épaisseur du bâtis, reçoit un bouton qui s'arrête dessus avec une goupille ; la regle s'arrête de même dans la partie qui la reçoit, de maniere qu'elle a deux mouvements, elle tourne avec le pilier qui la porte pour s'écarter ou s'approcher de sa pareille, & l'une & l'autre peuvent s'incliner de haut

en-bas. Les deux autres piliers *H*, *H*, ſont auſſi garnis de boutons par-deſſous ; mais on peut les arrêter à demeure, parce qu'il n'eſt jamais néceſſaire de les faire tourner.

Par cette diſpoſition, on voit que les deux regles peuvent ſe mettre paralleles entr'elles & de niveau, & qu'elles peuvent auſſi ſe joindre en *E*, en s'inclinant au plan horizontal ; dans ce dernier cas, elles ſe joignent enſemble par une goupille qu'on fait paſſer dans une charniere dont elles ſont garnies.

Pour mettre cette machine en expérience, on fait voir d'abord, que le double cône demeure immobile partout où on le place ſur les deux regles, quand elles ſont paralleles & de niveau, parce qu'alors le centre de gravité eſt ſoutenu ; enſuite on incline les regles, comme *E F G*, & l'on fait remarquer, qu'il ſe porte en roulant, de l'endroit le plus bas vers l'endroit le plus élevé, par la raiſon contraire.

VOICI encore une machine avec laquelle on démontre, qu'un corps dont le centre de gravité n'eſt point

appuyé, se meut du côté où ce centre porte à faux, fût-il obligé pour cela de remonter un plan incliné.

K, *Fig.* 2. est un corps orbiculaire d'une matiere légére, dans lequel on a fait entrer un morceau de plomb, vers sa circonférence, de sorte que le centre de gravité, n'est plus au centre de la figure : lorsque ce corps est placé sur un plan fort incliné, comme *L M*, & que le centre de gravité se trouve entre les deux lignes verticales *o o*, *p p*, il ne manque pas de rouler vers *L*, jusqu'à ce qu'il ait pris une situation avec laquelle son centre de gravité soit appuyé.

Il est bon que le corps orbiculaire *K*, soit un peu grand afin qu'il chemine davantage ; qu'il soit d'une matiere légére, afin que le plomb attaché à sa circonférence, lui procure un centre de gravité fort éloigné du centre de sa figure : enfin il faut prendre quelque précaution, pour qu'il ne puisse point glisser, mais seulement rouler, sur le plan incliné où on le pose. Pour remplir ces conditions, on pourra construire cette machine de la maniere suivante.

k l, *k l*, ſont deux planches minces arrondies ſur le tour, & qui ont chacune huit pouces de diametre, avec une feuillure tout-au-tour. Elles ſont jointes enſemble par un cylindre de bois léger *m*, qui a deux pouces & demi de longueur, & dont les tenons traverſent leur épaiſſeur: avant de les aſſembler, on pourra, pour les rendre plus légéres, les évider en compartiments, comme *K*. On arrêtera tout près de leur circonférence, un morceau de plomb *n*, qu'on fera plus large qu'épais, & l'on collera dans les feuillures tout au tour, ou des petites douves de bois mince, ou deux bandes l'une ſur l'autre, de ces copeaux de bois d'hêtre que les Boiſſeliers fourniſſent aux Gainiers, ou bien enfin, une bande de carton un peu fort; & pour empêcher que ce rouleau ne gliſſe ſur le plan incliné, on couvrira l'un & l'autre avec du drap de laine collé.

Le plan incliné *L M*, eſt une planche qui a deux pieds de longueur ſur quatre de large, elle ſe meut à charniere, ſur le bout d'une autre planche, qu'on met de niveau ſur une

table, & à l'autre bout, elle eſt enfilée ſur un montant percé de pluſieurs trous, dans leſquels on met une cheville plus ou moins haut, pour appuyer le plan incliné *L M*.

LE COIN.

Seconde Expérience.

IX. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. & VIII. Fig.* 5, 6, 7, 8, & 9.

LA machine dont je me ſers pour cette expérience eſt ſuffiſamment décrite, dans la *préparation*, hors ce qui regarde le chaſſis horizontal *D I*, que je vais développer un peu davantage.

Ce chaſſis dont le plan eſt repréſenté par *A B*, *Fig.* 3. a treize pouces de longueur ſur cinq de largeur. Les deux pieces qui forment les deux côtés longs, ſont larges de quatorze lignes; les deux autres le ſont un peu plus, & toutes les quatre aſſemblées en onglet, ſont ornées d'un quarré & d'un quart de rond, à leur bord extérieur.

En *C* & en *D*, ſont deux échancrures longues de quinze lignes & profondes de ſix à ſept lignes, pour recevoir un petit chaſſis de cuivre

représenté plus en grand par *c d*; ce chassis est fait d'une lame pliée d'équerre par les deux bouts, dont on ne voit ici que l'épaisseur, & d'une autre lame droite assemblée avec deux goupilles; il renferme deux petites poulies de métal, qu'on doit rendre très-mobiles, en les faisant tourner sur des pivots d'acier bien menus & bien ronds. Cette piece s'attache avec deux vis en bois qui traversent la lame droite à ses deux extrêmités : les gorges des poulies doivent passer de trois lignes au-dessus de la face supérieure du chassis *A B*.

Les rouleaux *E*, *F* sont de bois, avec des pivots de métal; les chappes ou les brides qui les renferment, sont faites chacune d'une lame de cuivre pliée d'équerre, par un bout & par l'autre, avec quatre petits pitons *e*, *e*, *e*, *e*, dans lesquels on fait passer les fils de métal, sur qui elles doivent glisser. Les bouts de ces fils, après avoir traversé les petits côtés du chassis *A B*, sont attachés par-dessous à des chevilles tournantes, avec lesquelles on les tend. Il faut

pour cela qu'ils soient recuits, afin qu'ils se prêtent mieux aux plis qu'on leur fait faire ; & pour les maintenir paralleles à la face du chassis, & empêcher que la bride qui glisse dessus ne frotte sur le bois, on les éleve de trois lignes en les faisant porter par deux tasseaux attachés solidement, sur les petits côtés *A*, *B*.

Les deux rouleaux étant ainsi établis sur le chassis, & ayant leurs mouvements bien libres, tant celui des pivots dans les chappes, que celui des chappes sur les fils tendus, on attache de chaque côté, le bout d'une ganse de soie fort menue au bout de l'un des petits côtés de la bride, en *g*, par exemple, où l'on a fait un trou ou ménagé un crochet ; ensuite on fait passer cette ganse sur la poulie la plus prochaine, & quand elle est descendue de cinq à six pouces comme en *h*, on la fait remonter sur l'autre poulie pour aller s'attacher en *i* à l'autre bride. On fait la même chose de l'autre côté, & l'on attache aux deux angles formés par les cordons en *h* & en *k*, un poids *P* de vingt-quatre onces qui tient pour cela

cela, à un bout de fil de laiton tourné en anneau au milieu, & formé en crochets à ses deux extrémités.

Pour faire mieux sentir dans la figure, l'angle que fait le cordon, tant en *h* qu'en *k*, on a écarté les poulies beaucoup plus qu'elles ne le font dans la machine : celles de chaque paire ne sçauroient être trop près l'une de l'autre, pourvu qu'elles ne se touchent pas, & que les cordons ne se frottent point.

Les Vis.

IX. LEÇON. II. Médiat. *Fl. VIII L.* 10, 11, 12 & 13.

IL faut avoir à montrer des vis de gros volume en bois & en métal, avec leurs écrous qui s'ouvrent pour en faire voir l'intérieur. Il faut en avoir à filets quarrés, à filets angulaires, à pas alongés & à pas serrés, &c. & pour faire mieux entendre aux commençants qu'un filet de vis n'est qu'un plan incliné qui tourne autour d'un cylindre, & qu'on doit estimer la hauteur de ce plan, par la distance d'un filet à l'autre, & sa longueur par le développement du filet ; on préparera la machine suivante.

a b, *Fig.* 4. est un cylindre de bois

tourné, qui peut avoir trois pouces & demi de hauteur, sur deux pouces de diametre; il est monté sur un pied à patte de chandelier, & il porte un triangle rectangle *d b c*, de gros papier blanc dont le bord *c d*, est marqué d'une grosse ligne noire; le côté *c b* d'en-bas doit avoir un peu plus de six pouces.

On fait tourner ce triangle autour du cylindre, & on en arrête la pointe avec un peu de cire molle; alors la ligne *c d*, représente un filet de vis alongé: on détache la pointe pour le développer, & l'on voit que ce filet de vis est un plan incliné, dont la longueur est *d c*, & la hauteur *d b*.

Figure 11. LA vis d'Archimedes & sa monture sont passablement bien exprimés par la figure citée en marge; un ouvrier un peu intelligent l'exécutera facilement d'après ce dessein: il suffit de lui dire, que cette machine exécutée en modéle est suffisamment grande, quand le corps de la vis a quatorze pouces de longueur sur deux à trois pouces de diametre, & les autres pieces qui composent la monture, à pro-

portion. Les personnes qui sauront tourner pourront exécuter elles-mêmes la vis qui est la piece principale; sinon, l'on s'adressera à un Tourneur un peu adroit que l'on guidera suivant ce que je vais enseigner.

Choisissez un morceau de buis d'Espagne, de poirier, d'alisier, ou de quelqu'autre sorte de bois qui ait de la consistance, qui se coupe bien net sur le tour; qu'il soit outre cela bien sec & sans nœuds. Formez-en un cylindre comme *A*, *Fig.* 5. qui ait les dimensions prescrites ci-dessus; & taillez-le en biseau par les deux bouts, afin que chacun d'eux l'un après l'autre, puisse tourner entre une pointe & une lunette.

L'ayant ainsi placé sur le tour vous le percerez suivant son axe, d'un bout à l'autre, d'abord avec une petite meche, & comme la piece est longue, vous la retournerez bout pour bout pour la percer à deux fois; quand le trou sera à jour, vous l'agrandirez avec des outils plus gros & plus longs, jusqu'à ce qu'il ait sept lignes de diametre & qu'il paroisse bien net dans toute sa longueur.

Vous y joindrez enſuite deux morceaux de bois tournés de la même eſpece, comme *B C*; & qui y entrent un peu à force de la longueur de trois pouces. Vous ferez ſortir le premier d'autant en dehors, l'autre ſortira d'un pouce de plus; la partie *C*, ſera une eſpece de bobine, ſur laquelle on placera la corde du tour, le reſte ſera cylindrique: au moyen de ces deux pieces ajoutées, le gros cylindre pourra tourner dans deux lunettes, ou collets; & vous y creuſerez ſur le tour une gorge en hélice, dont les circonvolutions comme *d e*, &c. ſoient inclinées à l'axe *a b*, d'environ ſoixante-dix degrés; de maniere qu'il y ait toujours une pente ſuffiſante de *d* en *e*, quand la machine eſt élevée de quarante-cinq degrés & même davantage, au-deſſus d'un plan horizontal *a h*.

Pour parvenir à creuſer régulièrement la gorge ſur le gros cylindre, vous diviſerez le pourtour du petit cylindre *C D*, en ſix parties égales, par autant de lignes droites & paralleles à l'axe. Enſuite vous partagerez ſa longueur que je ſuppoſe être de trente

lignes, en trois espaces égaux, par deux cercles que vous tracerez légérement avec la pointe d'un burin, en le mettant sur le tour ; & vous subdiviserez encore chaque espace en six autres plus petits, par autant de cercles paralleles marqués au crayon, & également distants les uns des autres. Cela étant fait, vous mènerez une ligne oblique du commencement du premier espace à la premiere subdivision, de là à la deuxieme, à la troisieme & ainsi de suite, jusqu'à la sixieme, où finira la premiere circonvolution de l'hélice ; vous en ferez autant sur le second & sur le troisieme espace ; après quoi, avec une scie à main qui ait une voie un peu large, ou avec quelqu'autre outil équivalent, vous ferez sur cette ligne une rainure de deux lignes de profondeur, comme cela est indiqué par la *Fig. fg.*

Tout étant ainsi préparé, vous mettrez la piece sur le tour, en plaçant la partie *CD*, dans une lunette & la partie *B* dans une autre ; mais la premiere de ces deux lunettes sera fendue par en-haut, d'un trait de scie

oblique, par lequel on fera descendre une lame de métal dans la rainure en hélice qui est creusée sur la partie *C D*, ce qui fera faire au gros cylindre en tournant, un mouvement d'arriere en avant, au moyen duquel on creusera la gorge d'un bout à l'autre; d'abord vous ne ferez que la creuser quarrément, comme *i i*, *k k*, *l l*, &c. de la largeur de quatre lignes, sur $\frac{1}{4}$ de pouce de profondeur; ensuite avec un outil à crochet vous creuserez le dessous de cet espace en demi-rond, de sorte qu'il y puisse tenir à l'aise, une balle d'yvoire de cinq à six lignes de diametre; sans quelle puisse jamais entrer ni sortir que par l'un des deux bouts, de la vis (*a*).

La gorge de la vis étant ainsi achevée, & la piece enlevée de dessus le tour, vous ôterez les deux guides *B*, & *D C*; vous collerez en leur place deux petits tampons de bois, aux centres desquels vous mettrez deux pivots de métal; & vous terminerez

(*a*) Voyez encore ce que j'ai dit des vis de bois qu'on ne peut pas faire à la filiere. *Tome I. pag. 72. & suiv.*

celui d'en-haut qui ſera plus long que l'autre, par une vis qui recevra la manivelle; enfin dans le cylindre creux qui ſert de noyau à la vis, vous ferez au commencement de la premiere circonvolution & à la fin de la derniere, un trou auquel vous donnerez beaucoup d'entrée, afin que la balle arrivée au haut de la vis, retombe d'elle-même, par le canal intérieur, & vous épargne la peine de tourner la vis en ſens contraire pour la ramener en-bas.

Le modéle de la *vis ſans fin*, qui eſt repréſenté de face par la Fig. 13. citée en marge, a ſeize pouces de hauteur compris le pied ſur lequel la machine eſt montée; la roue a trois pouces & demi de diametre avec trente-ſix dents, qui ſont refendues obliquement, pour s'accommoder mieux aux filets de la vis. Le treuil ſur lequel eſt enveloppée la corde qui ſoutient le poids, a un pouce de diametre & quinze lignes de longueur, il fait corps avec la roue & tourne avec elle. *Figure 13.*

La vis eſt de fer poli; elle a ſix

lignes de diametre & quatre pas ; le filet eſt quarré ; pour le deſſiner & le former, on réſervera au milieu de l'arbre une partie cylindrique de la groſſeur requiſe, & l'on y tracera une hélice allongée proportionnellement à l'écartement des dents de la roue, en ſuivant la méthode que j'ai enſeignée ci-deſſus. On la creuſera à la main avec des limes, & on la finira ſur le tour, en ſuivant le filet avec une lime douce, & enſuite avec une lame de bois & de l'émeril.

Si l'on veut ſupprimer les ornements de la monture, on pourra la faire d'une piece de cuivre formée en *Y* par le haut, (*Fig. 6.*) pour recevoir les pivots de la vis dans deux pitons, comme *o*, placés en *m* & en *n*, & retenus par-derriere avec des goupilles ; ceux de la roue jointe au treuil, ſe placeront d'une part en *P*, & de l'autre côté, dans une piece *q*, coudée en deſſous, & attachée en *r*, avec une ou deux vis. La lame en *Y* ſera attachée ſur le fond d'une virole qui entrera ſur la tige d'un pied de bois tourné : la manivelle peut avoir un pouce de rayon, & ſe

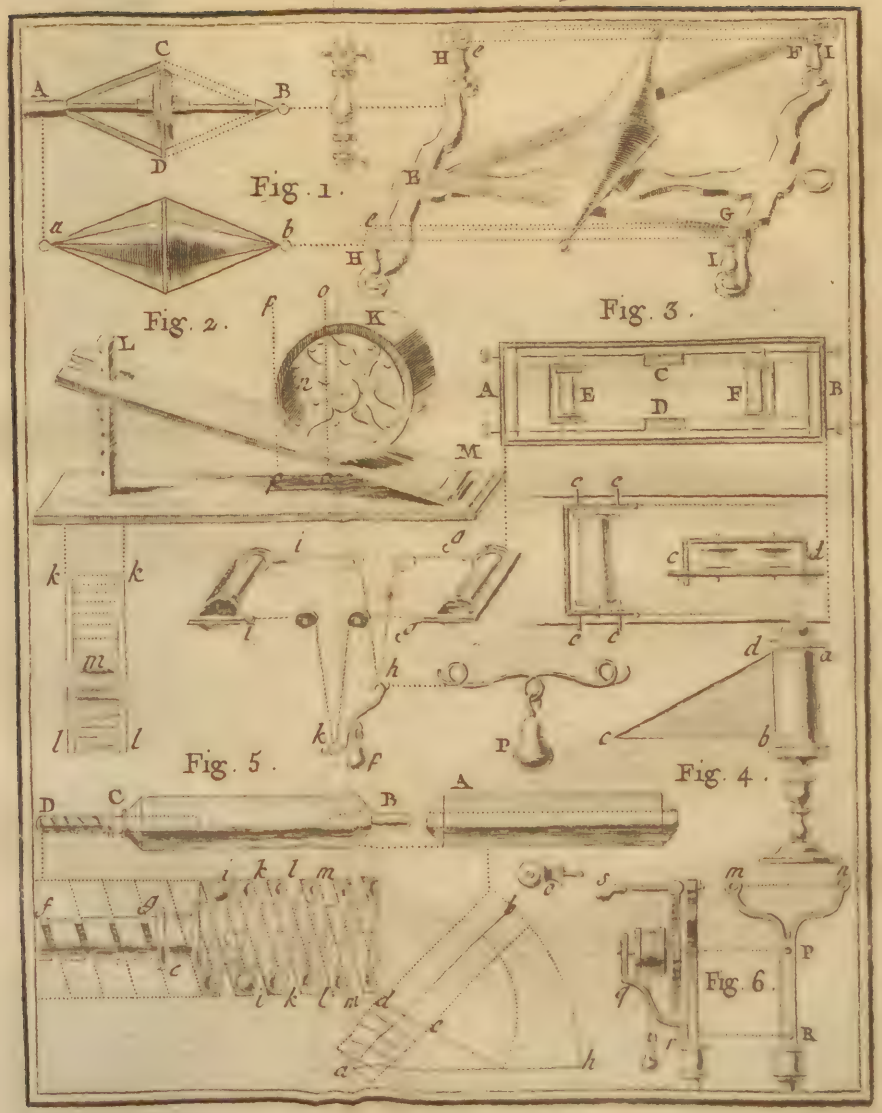
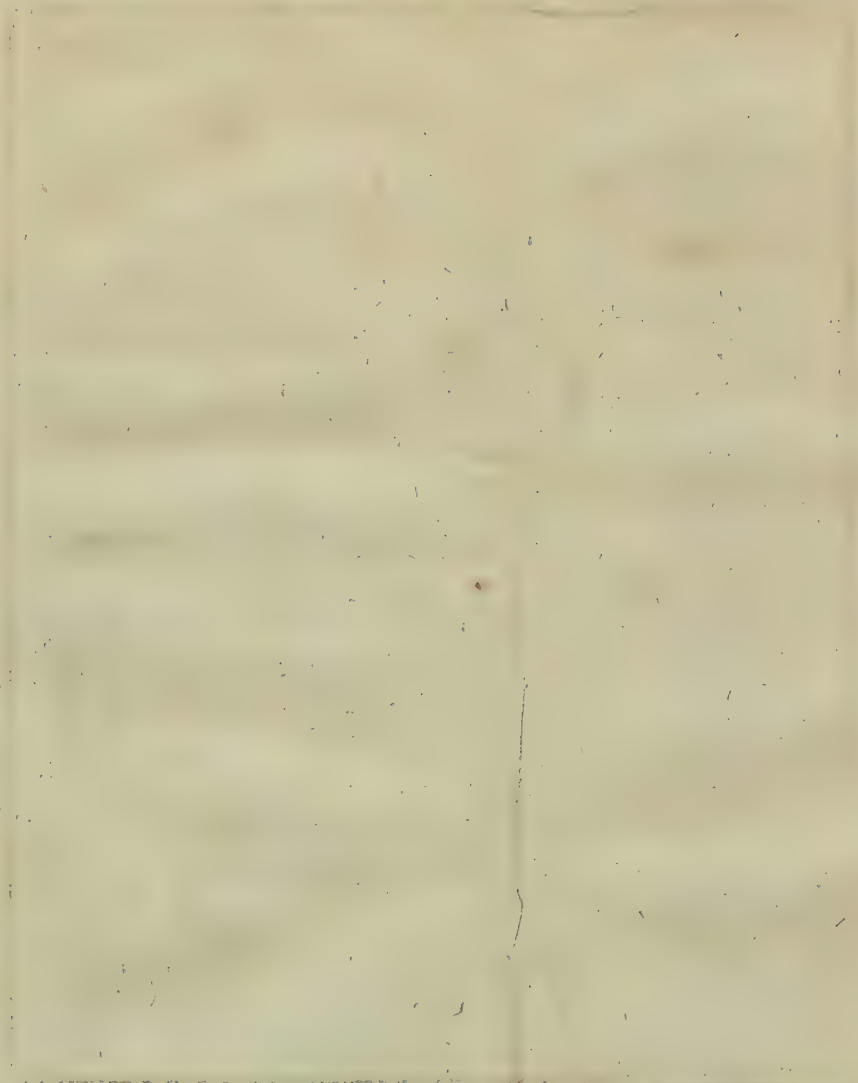


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.



monter sur un quarré réservé au bout de l'arbre de la vis.

Premiere, seconde & troisieme Expériences.

LES résultats de ces expériences, tels qu'ils sont énoncés dans l'endroit cité à la marge, sont des quantités moyennes auxquelles je me suis arrêté, après un grand nombre d'épreuves; il ne faut pas s'attendre, qu'on les retrouvera préciſément les mêmes, quand on répétera ces expériences; la roideur des cordes varie, non-seulement suivant leur grosseur, leur degré de tension, & leur courbure, mais encore suivant la qualité individuelle de la matiere avec laquelle elles sont faites, suivant qu'elles sont plus ou moins neuves, plus ou moins torses, &c. il n'eſt guerre poſſible de prévoir, ni d'aprécier les variations que ces circonſtances peuvent cauſer; dans une école il faut se contenter de montrer avec des cordes menues & des petits poids aiſés à manier, comment on s'y prend pour faire ces expériences en grand, & ce qu'il en a réſulté, lorſquelles ont

IX. LEÇON III. Section. *Pl. IX. Fig. 2 & 3.*

été faites à loisir & par mains de maîtres. On pourra attacher les cordes à la traverse d'une machine que j'ai décrite à l'occasion de la premiere expérience de la troisieme Leçon *pag.* 62. & qui est représentée en entier Tome I. *des Leçons de Physique*, troisieme Leçon, *Fig.* 3. en mettant deux crochets sous la traverse d'en-haut.

Ayez soin que les deux cylindres de différentes grosseurs, sur lesquels vous envelopperez les cordes, soient cependant de même poids, en garnissant les deux bouts du plus petit, avec deux viroles de plomb.

Les cordes dont je me sers pour faire ces expériences en petit, sont fabriquées en soie, comme les cordons des sonnettes; & pour connoître leurs grosseurs respectives, je leur fais faire à chacune un certain nombre de tours sur un même cylindre, & je juge du rapport de leurs diametres, par les espaces qu'elles ont remplis.

IX. LEÇON. III. Section. *Pl.* IX. *Fig.* 4 & 5.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

ON attachera encore les fils de la quatrieme expérience, à la machine

dont je viens de faire mention, ou bien à la traverse mobile *H H*, d'une autre que j'ai décrite *page* 73, *& suiv.* mais au lieu de diviser la petite corde formée avec des fils tors ensemble, par en-haut & par en-bas, comme il est représenté par la Fig. 4. citée en marge, ce qui ne manqueroit pas de les faire détordre, il faut les tenir réunies, en les attachant par en-haut à un seul crochet, & en mettant les poids dans un bassin de balance que l'on attachera à l'autre bout.

Pour la cinquieme expérience, les cordes de chanvre valent mieux que des cordes de boyaux; si elles ont deux ou trois lignes de diametre, cela suffira: pour les mouiller il ne faut point tirer dessus, mais y passer l'éponge légérement & promptement d'un bout à l'autre, en les maintenant droites d'une main, tandis qu'on les mouille avec l'autre.

Sixieme Expérience.

IX. LEÇON. III. Section. Pl. IX. Fig. 6.

JE prends pour cette expérience, des vessies de veau ou de cochon, que j'ouvre par un bout & par l'au-

tre les tuyaux de communication ; sur lesquels je les lie, sont des petits cylindres de bois percés suivant leurs axes, & un peu renflés par les extrémités, afin que la ligature n'échappe point; & pour être encore plus sûr que l'air ne se perd point par là, je mouille cette partie de la vessie, avant de la joindre au tuyau : le dernier par en-bas, doit être garni d'un crochet un peu fort. Celui d'en-haut doit porter un chalumeau incliné, par lequel on puisse souffler commodément avec la bouche ; on pourra le faire d'un tube de verre joint au bois avec de la cire molle; c'est assez qu'il ait quatre pouces de longueur ; mais le diametre intérieur doit être au moins de deux lignes & demie : sans cela on auroit peine à faire entrer l'air dans les vessies. Comme on ne peut pas les enfler assez d'un seul souffle, il faut tenir le bout du tube bouché avec la langue, tandis qu'on reprend haleine. On fera bien de couvrir chaque vessie avec une enveloppe ou fourreau de taffetas plissé par en-haut & par en-bas ; non-seulement cet assemblage en sera plus agréable à voir,

mais il en sera aussi moins exposé à la morsure des insectes, qui sans cela l'auroient bien-tôt percé de toutes parts.

Soit qu'on se serve pour porter les vessies de la deuxieme machine dont j'ai parlé ci-dessus au sujet de la quatrieme expérience, soit qu'on leur fasse un support exprès dans la forme de celui qui est représenté par la figure 6. citée en marge : on fera le dernier tuyau de communication plus long que les autres, afin qu'il puisse passer à travers l'épaisseur de la traverse d'en-haut, avec une portée en-dessous qui l'arrête, & quelques filets de vis, sur la partie excédente, qu'on retiendra avec un opercule, faisant écrou, & percé par en-haut pour recevoir le chalumeau avec lequel on doit introduire l'air.

Il est à propos d'avoir quelques hygrometres ordinaires, pour en faire connoître les défauts, & pour indiquer les moyens de les rendre moins défectueux.

AVIS

Concernant la DIXIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

X. LEÇON. I. Section. Pl. I. Fig. 1.

DANS les volumes de l'Académie Royale des Sciences pour les années 1740 & 1741, on trouve plusieurs Mémoires où j'ai traité des instruments qui sont propres aux expériences sur l'air; j'y ai donné spécialement l'histoire de la machine pneumatique, j'ai rendu compte des changements que j'y ai faits & des raisons qui m'ont déterminé à les faire, de sorte que je pourrois y renvoyer le Lecteur, & m'abstenir de décrire ici cette machine; mais je fais reflexion 1°. que tout le monde n'a point les Mémoires de l'Académie à sa disposition; 2°. que depuis vingt-sept ans que ces Mémoires sont imprimés j'ai fait encore quelques améliorations à cette pompe; 3°. enfin que dans un ouvrage Académique, j'ai cru devoir ometre certains détails qui auroient paru minutieux, & que

je crois néceſſaires à quelqu'un qui voudra conſtruire lui-même ou conduire la conſtruction : tout cela me détermine à rappeller ici ce qu'il y a d'eſſentiel à ſçavoir ſur cet objet, en me renfermant néanmoins dans la partie méchanique comme ſi je parlois à un ouvrier, pour rendre cette inſtruction la plus conciſe qui ſera poſſible.

La machine Pneumatique.

LA machine pneumatique ſimple dont il eſt ici queſtion a cinq parties principales, ſçavoir, 1°. une pompe ; 2°. un canal garni d'un robinet ; 3°. une platine qui ſert de baſe aux différents récipients ; 4°. un pied ſur lequel elle eſt montée ; 5°. un rouet pour les expériences de mouvement rapide.

LE corps de la pompe eſt un cylindre de cuivre bien alaiſé par dedans, & proprement tourné par dehors avec quelques moulures : j'en ai reglé les dimenſions ſur des raiſons Phyſiques. (*a*) Je lui donne quatorze

(*a*) Voyez les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1740, *page* 397.

pouces de hauteur sur vingt-six lignes de diametre intérieurement : & je le fais de cuivre fondu, parce que cela est plus facile & moins dispendieux, que de faire battre & souder du laiton de l'épaisseur dont il faudroit qu'il fût.

Vous choisirez donc un morceau de bois bien sain, sans nœuds, & assez sec pour n'avoir point à craindre qu'il se gerce ou qu'il se fende ; vous en ferez sur le tour, un modéle pour le Fondeur conformément aux dimensions prescrites ci-dessus, & ayant égard à la retraite que souffre le métal coulé en se refroidissant, & à ce qu'il en faudra ôter par dedans & par dehors en le travaillant ; c'est-à-dire, que les deux parties *A*, *B*, *Pl. XX.* qui représentent le noyau n'auront que vingt-quatre lignes de diametre, & que le cylindre *a b*, qui doit faire le corps de la pompe doit avoir vingt-huit lignes de diametre sur quatorze pouces & trois lignes de longueur, avec des renflements en *c*, en *d* & en *e* pour former des moulures : & outre cela vous ajouterez au modéle deux languettes comme *f*, *f*,

f, *f*, afin qu'il se trouve sur deux côtés opposés de la piece, des petites masses plattes, au moyen desquelle on puisse l'assujettir & l'empêcher de tourner, quand on travaillera le dedans avec *l'alaisoir*.

Cet outil est composé, d'une noix *C*, garnie de couteaux en nombre impair, comme trois ou cinq, & d'une tige de fer *D*, avec un manche de bois semblable à celui d'une tarriere. La noix est de cuivre de fonte, elle est prise dans un cylindre de quatre pouces de longueur, & d'un diametre de deux lignes plus petit que le noyau *A B*, sur lequel on a fait le creux de la pompe. Il est entaillé d'un bout à l'autre par autant de rainures qu'on a de couteaux à y placer; & les intervales entre deux rainures, sont creusés comme on le peut voir en *F*, où cette piece est représentée par une coupe perpendiculaire à l'axe, afin que les coupeaux de cuivre puissent se dégager, & laisser à l'outil la liberté d'agir. Les couteaux sont des lames d'acier trempé, qui ont six lignes de large sur trois d'épaisseur avec un biseau.

fort court, comme on le peut voir par la coupe G. Le tranchant du biseau ne doit point être une ligne parfaitement droite, mais un peu courbe, afin que les couteaux ne mordent point par leurs extrêmités, mais seulement sur les trois quarts de leur longueur.

La noix est percée quarrément d'un bout à l'autre, & suivant son axe; le bout de la tige limé en conséquence, y entre juste, & il est retenu par une clavette. L'autre bout limé plat, mais avec trois bonnes lignes d'épaisseur, entre dans le manche, par une mortaise à jour, dont la longueur coupe le fil du bois, & la partie qui passe en dehors est percée pour recevoir une clavette, qu'on puisse ôter aisément.

Pour alaiser la pompe, après l'avoir bien lavée & ôté tout le sable, on l'enferme entre deux planches garnies de tasseaux, & de maniere qu'elle ne puisse pas tourner, & l'on assujettit le tout sur un banc ou sur un établi de Menuisier, avec deux valets ou autrement; on la tient inclinée, afin que le cuivre enlevé

par les couteaux puisse tomber, & ne cause point d'engorgement. On y fait entrer l'alaisoir en tournant toujours du même sens, jusqu'à ce qu'il sorte par l'autre bout; alors on le tire entiérement hors de la pompe en ôtant le manche qu'on remet ensuite, pour recommencer à faire agir l'outil. Quand on s'apperçoit qu'il ne mord plus, on donne un peu de fer aux couteaux, c'est-à-dire qu'on les fait sortir un peu plus en mettant dessous, une petite lame de cuivre très-mince: il suffit souvent d'en mettre sous un des couteaux, car le moyen de bien alaiser, est de mordre peu à la fois.

Quand on a ainsi enlevé tout le feu de la fonte, c'est-à-dire la premiere superficie du cuivre, qui est dure & graveleuse, on ne fait plus agir qu'un ou deux couteaux, en garnissant les intervalles de ceux dont on veut suspendre l'action, avec des lames de bois amincies par les bords. Ces garnitures qu'il faut renouveller & multiplier de plus en plus à mesure que l'ouvrage avance, font que l'alaisoir tourne plus rondement, que le creux de la pompe en doivent plus

exactement cylindrique, & que la surface en est plus unie.

Mais malgré cette attention à gouverner l'alaisoir, il reste toujours des sillons circulaires, fort peu profonds à la vérité, mais qui ne manqueroient pas de nuire au mouvement du piston, qui doit se faire selon la longueur de la pompe : pour les effacer, vous préparerez un cylindre de bois tendre, deux fois pour le moins, aussi long que la pompe, & sur lequel elle puisse glisser aisément ; vous le soutiendrez par les deux bouts avec deux piliers de trois ou quatre pouces de hauteur assemblés solidement sur une planche, & vous ferez frotter dessus, l'intérieur de la pompe suivant sa longueur, avec du grès broyé & de l'eau, ayant l'attention de faire tourner la piece peu-à-peu, afin que cette façon s'étende sur toute la surface également ; on finira par adoucir les traits avec de la ponce qu'on employera au lieu de grès.

Quand la pompe aura été alaisée ainsi, l'on fera bien de s'assurer de son état, c'est-à-dire d'éprouver, avant d'aller plus loin, si elle est bien

cylindrique par dedans, car sans cette condition, une machine pneumatique ne vaut jamais rien; pour cet effet, on construira le piston, & on le fera aller & revenir plusieurs fois d'un bout à l'autre pour sentir, s'il est également serré partout: le piston se fera de la maniere suivante.

H I, est une tige de fer quarrée, limée bien droite & adoucie, de seize pouces de longueur sur cinq lignes d'épaisseur dans les deux sens, ayant un épaulement en *H*; & depuis *I* jusques en *K*, une partie de trois pouces de longueur, & du double plus large que le reste, avec deux trous de trois lignes de diametre chacun & tarraudé pour recevoir des vis. Au-dessus de l'épaulement *H*, la tige toujours quarrée est réduite à trois lignes d'épaisseur, & formée en vis par le bout sur une longueur de trois ou quatre lignes; au-dessous de la partie platte *I K*, est un étrier d'une forme à-peu-près ovale, dont le grand diametre a cinq pouces & le petit seulement trois. Cette partie peut être arrondie partout, hors l'endroit où se pose le pied, qu'il faut limer plat.

Sur la tige quarrée au-dessus de *H*, vous enfilerez une rondelle de cuivre un peu épaisse, d'une bonne ligne plus petite en diametre que l'intérieur de la pompe ; vous la ferez reposer sur l'épaulement *H*, & pour le mieux, vous l'y souderez à soudure forte. Ensuite vous enfilerez alternativement sur la même tige, trois molettes de liege de même largeur que la précédente, sur dix lignes d'épaisseur, & trois morceaux de cuir de veau dont chacun excede son liege, de huit à neuf lignes tout-au-tour ; enfin vous ferez entrer à vis une autre rondelle de cuivre semblable à la premiere, qui couvrira & serrera toutes ces pieces ensemble. Il faut ensuite raser l'excédent de la vis, & faire en sorte que le plan supérieur du piston, soit bien droit, & à l'équerre avec ses côtés. Pour faire tourner commodément la derniere rondelle, on pourra y faire deux trous à demi-épaisseur, afin de la saisir avec une pince ronde ou avec un outil fait exprès.

Vous choisirez pour les molettes de liege, celui qui est le plus plein, le plus également flexible, vous l'ar-

rondirez selon le fil, & vous rendrez les deux plans bien paralleles entr'eux. La peau de veau doit être choisie bien égale, & mince; les morceaux étant taillées, je les tiens pendant une heure ou deux dans un mêlange de trois parties d'huile d'olives, avec une de suif de mouton médiocrement chauffé.

Quand le piston est préparé comme je viens de le dire, il a la forme qu'on voit en *L*, les cuirs excédent le liege parallelement entr'eux. Alors on le pousse dans la pompe, & les bords excédents se couchent tous du même sens, comme on le peut voir en *M*. Si l'on remarque que les cuirs en s'étendant tombent plus bas que l'épaisseur du liege destiné pour chacun d'eux, il faut couper ce qu'il y a de trop, afin qu'ils ne se recouvrent pas l'un l'autre, & que le diametre du piston demeure le même dans toute sa longueur.

Le piston dans cet état, quoiqu'il ne soit point encore fini, peut servir à éprouver, comme je l'ai dit, l'intérieur de la pompe: si par cette épreuve on s'apperçevoit qu'elle fût plus large

par un bout que par l'autre, ou, ce qui eſt encore pis, ſi le piſton ſe trouvoit plus lâche au milieu que vers les extrêmités, il faudroit de nouveau faire agir l'alaiſoir & en effacer les traits, comme je l'ai enſeigné ci-deſſus; ſi au contraire on ſent que le piſton gliſſe d'un bout à l'autre avec une parfaite égalité, on achevera le corps de pompe en le façonnant par dehors.

Pour cet effet, on le mettra ſur le tour, par le moyen d'un cylindre de bois *N O*, qu'on y fera entrer un peu à force d'un bout à l'autre, & qui aura à l'une de ſes extrêmités, une poulie de quatre pouces de diametre, pour recevoir la corde ſans fin d'une roue à-peu-près ſemblable à celle des Couteliers; car on auroit bien de la peine à tourner au pied une piece auſſi forte. Il eſt bien eſſentiel que le cylindre ne ſe décentre pas pendant cette opération, & cela pourroit arriver ſi les pointes du tour s'enfonçoient dans le bois; pour prévenir cet acident, avant que de tourner le cylindre, on chaſſera à force dans les deux bouts du morceau de bois,

bois, des coins de cuivre dans la tête desquels on marquera les centres avec un poinçon ou un foret ; & s'il arrivoit que ce cylindre fût quelque temps sans servir, il ne faudroit pas manquer de le présenter sur le tour, pour vérifier de nouveau sa rondeur, avant de le charger du corps de la pompe : on ne doit point oublier avant d'en venir au tour, d'enlever avec la lime les masses plattes *f*, *f*, ni d'ébarber les autres endroits où la fonte auroit laissé des bavures capables de faire sauter le burin ou le grain d'orge.

Le Tourneur prendra donc dans les renflements *c*, *d*, *e*, les moulures *g*, *h*, *k*, & le quarré *i*, ayant soin de tenir cette derniere partie aussi saillante que les deux moulures *g*, *h* : il mettra d'épaisseur le reste de la piece, avec les outils à biseau ; il coupera quarrément les deux bouts, & il adoucira les traits, en traînant sur la piece des limes douces, & ensuite des lames de bois tendre avec de la ponce broyée à l'eau ; il la polira enfin avec de la ponce encore plus fine & de l'huile, & il finira par

enlever ce qu'il y a de gras, avec un linge blanc & du tripoli à sec.

La piece qui fermera la pompe par en-haut, est une espece de couvercle de cuivre *p p*, que le Fondeur coulera sur un modele de bois qu'on lui donnera: quelque façon qu'on lui donne à l'extérieur, il faut toujours y réserver un quarré large & épais *p p*, pour recevoir des vis de trois à quatre lignes de longueur; le dessus doit avoir un plan circulaire de seize à dix-huit lignes de diametre, & l'épaisseur de la piece en cet endroit, aura au moins trois lignes avec un trou au milieu, large de quatre lignes, pour recevoir le bout du canal du robinet. Une attention qu'il faut encore avoir, c'est que le fond intérieur soit bien dressé, afin que la face supérieure du piston le touche exactement dans toute sa largeur. Ce couvercle ainsi préparé s'emboîte sur le haut de la pompe & s'y soude à l'étain; mais il faut auparavant qu'il soit joint au robinet.

Les parties principales du robinet sont le canal *R*, dont on voit la coupe à côté, la boîte *s s*, & la clef

Vu : les deux premieres pourroient être d'une même piece ; mais il vaut mieux les travailler séparément & les joindre ensuite : on pourroit aussi faire la clef d'un seul morceau de fonte ; mais on sera mieux de la séparer de sa poignée, pour ne point risquer de perdre les façons de celle-ci, quand l'autre ne réussit pas : voilà donc quatre pieces à fondre sur des modeles.

On pourra donner à la tige qui fait la plus grande partie du canal, la forme d'un balustre long de quatre pouces & demi & d'un pouce de diametre dans sa partie la plus renflée ; on le percera sur le tour, & le trou bien nétoyé & alaisé avec une broche ou équarrissoir d'acier trempé, n'aura pas moins qu'une ligne & demie de diametre dans toute sa longueur. Le haut de cette piece sera une assiette d'un bon pouce de largeur, avec une vis au milieu grosse comme le petit doigt, & longue de cinq à six lignes. Par en-bas, le trou sera élargi & taraudé pour recevoir une pareille vis, par laquelle cette tige s'attache à la boîte.

Le morceau de cuivre fondu dont on fera la boîte, ſera un priſme exagone par le tiers de ſa longueur pris au milieu; le reſte étant arrondi de part & d'autre avec quelques moulures, comme on le peut voir en *s s*. Cette piece viendra creuſe à la fonte, par le moyen d'un noyau cylindrique gros comme le doigt, ſur lequel le Fondeur la coulera; on ajoutera auſſi au modele ſur le milieu de deux faces oppoſées du priſme, deux petits cylindres de cinq à ſix lignes de diametre, ſur autant de longueur, pour faire de l'un une vis qui joigne la boîte au canal, & de l'autre, un tenon par lequel on l'attache ſur le couvercle de la pompe. On proportionnera le modele de maniere que la boîte toute finie, puiſſe avoir deux pouces & demi de longueur ſur un pouce $\frac{3}{4}$ de diametre dans ſon milieu.

Il faut commencer par nétoyer la boîte intérieurement, & y faire la place de la clef, avec des équarriſſoirs plus gros les uns que les autres, en commençant avec les plus petits. Ces équarriſſoirs ſont des broches d'acier

trempé, taillés à quatre ou à cinq pans, qui vont en augmentant de groſſeur d'un bout à l'autre, comme T: on les fait tourner dans la piece qu'on veut équarrir, en les ſaiſiſſant avec un tourne-à-gauche de fer ou de bois, par un tenon plat & épais, qu'on a réſervé au plus gros bout, & qui doit être trempé moins dur que le reſte. Le dernier de ces outils, qu'on employe, celui qui acheve l'intérieur de la boîte, doit avoir ſes angles tranchants tellement inclinés à l'axe, qu'étant entré dans la piece des $\frac{3}{4}$ de ſa longueur, il en réſulte un trou qui ait par un bout douze à treize lignes de diametre, & par l'autre ſeulement ſept à huit lignes; & pour adoucir la boîte en dedans & effacer les traits circulaires que l'équarriſſoir pourroit avoir faits, il faut en finiſſant, ne laiſſer mordre qu'un angle de l'outil, en ſuſpendant l'action des autres par des lames de bois appliquées ſur les faces; ou bien en les couvrant avec des bandes de cartes à jouer; bien entendu qu'on choiſira pour cela celui de ces angles, qui ſera le plus droit à la regle.

La boîte étant ainſi équarrie par dedans, on la mettra ſur une broche de bois dur, pour tourner les deux parties *s s*, & pour dreſſer les deux bouts ; après cela on finira à la lime les faces de la partie du milieu : on formera les filets de la vis qui doit recevoir la tige *R* ; on taillera à cinq ou ſix pans, le tenon qui eſt diamétralement oppoſé à cette vis, & l'on percera l'un & l'autre avec les mêmes outils qui ont fait le canal dans la tige *R*.

Il eſt temps alors d'attacher la boîte du robinet ſur le couvercle de la pompe ; il faut qu'elle y tienne ſolidement, & que l'air ne puiſſe point paſſer par la jonction : dans cette vue, vous limerez l'intérieur du trou fait au couvercle, conformément à la figure du tenon qui doit y entrer, & vous lui donnerez beaucoup de champfrain, du côté qui répond à l'intérieur de la pompe ; vous chaufferez les deux pieces, & vous aviverez fortement avec de la réſine & de la ſoudure d'étain, les faces qui doivent ſe toucher ; vous placerez le tenon dans ſon trou, & vous le riverez for-

tement ayant soin de l'arraser ensuite, afin que le dessous du couvercle soit toujours bien droit.

Vous joindrez de même la tige *R* à la boîte, c'est-à-dire, que vous aviverez avec la soudure d'étain, les parties qui doivent se toucher, & vous les joindrez le plus exactement que vous pourrez, par le moyen de la vis : après quoi vous présenterez cet assemblage sur le tour, pour voir si tout est bien droit & bien centré : s'il manquoit quelque chose à cet égard, vous y remédiriez d'une part en battant un peu la rivure du tenon, d'un côté ou de l'autre, & d'autre part, en limant un peu sous la base de la tige *R*, pour la faire tourner davantage sur la vis, en faisant mordre le taraud dans l'écrou, pour le rendre plus aisé.

Quand vous aurez ainsi joint ensemble le canal *R*, la boîte *s s*, & le couvercle *p p*, vous souderez celui-ci à la pompe : mais afin que cette soudure soit exacte & solide, vous commencerez par chauffer les pieces, & quand elles seront jointes l'une à l'autre, vous continuerez de faire en-

trer la soudure tout autour de la jonction, & vous finirez par y en mettre un petit cordon, qu'il ne faudra qu'aproprier à la lime sans l'enlever entierement; comme il faudra aussi avec quelque outil long & tranchant par le bout, gratter les bavures de l'étain, qui aura pu couler dans la pompe, & qui, si elles restoient, ne permettroient pas que le piston allât toucher le fond : on soudera de même la tige *R* sur la boîte.

Lorsque vous aurez fini ces deux soudures, & que vous aurez nétoyé la piece par dehors & par dedans, vous en ferez l'épreuve, en bouchant le canal qui communique de la boîte à la pompe, & en dressant celle-ci pour la remplir d'eau bouillante : s'il y a encore quelqu'endroit où la soudure n'ait point pris, & qui ne soit bouché que par la résine, l'eau chaude s'y fera jour, & le fera connoître. Si cela n'arrive pas, vous attendrez que cette eau ne soit plus que tiéde, & pour plus grande sureté, vous appuyerez fortement dessus avec le piston : sur la foi de cette derniere épreuve, s'il ne paroît aucun défaut

vous continuerez la construction de la machine en finissant le robinet.

V, est un morceau de cuivre fondu, arrondi sur le tour & dressé à la regle, qui doit remplir tellement la boîte, que les surfaces se touchent de par-tout ; l'équarrissoir, le tour & la lime ne procureront jamais un contact si exact, il ne faut employer cette premiere façon que pour faire entrer la clef jusqu'aux trois quarts de sa longueur ; je dirai ci-après comment on fait le reste. Il faut réserver au bout le plus menu de cette piece, une vis de trois ou quatre lignes de longueur, sur autant de diametre, & à l'autre, un tenon avec une portée pour la joindre à la poignée *u* avec une forte goupille, qu'on puisse ôter au besoin : cet assemblage étant fait, vous ajusterez la clef dans sa boîte de la maniere suivante.

Ayez du sable de Fondeur neuf & passé au tamis, à son défaut vous prendrez la ponce broyée ; détrempez l'une ou l'autre dans de l'eau un peu chargée de savon blanc, mettez-en légérement avec le bout du doigt sur la clef, & faites-la tourner avec

la main dans la boîte en la poussant en avant & en la retirant en arriere ; cet ajustage des clefs de robinets n'est point aisé pour quiconque ne s'y est point exercé pendant un certain temps ; cependant avec un peu d'attention & de patience, on en viendra à bout. Il ne faut jamais faire tourner la clef un tour entier, du même coup de main ; il ne faut pas non plus manquer de pousser & de tirer à soi la clef chaque fois qu'on la fait tourner ; sans cela, on formera des sillons rentrants sur eux-mêmes, & c'est gâter l'ouvrage. Il faut aussi après cinq ou six coups de poignet, découvrir les surfaces, tant de la boîte que de la clef, en les essuyant avec un linge, pour les examiner & reconnoître les endroits qui portent : car ce n'est qu'en ces endroits là qu'il faut mettre du sable : si l'on en mettoit aux parties qui ne touchent point, ce seroit le moyen de les creuser davantage ; si l'on appercevoit sur la clef, des endroits creux qu'il seroit trop long d'atteindre avec le sable, on pourra abbréger l'ouvrage, en limant doucement les endroits qui

portent, avec une lime entre *douce* & *batarde* qui ne soit point usée.

La clef étant ajustée ou à-peu-près, il faut songer à la percer ; vous y ferez d'abord un trou diamétral, un peu plus petit que celui du canal, & qui puisse se rencontrer dans son alignement quand on fera tourner la clef : mais comme elle pourroit avancer encore un peu dans sa boîte, soit qu'on n'ait point fini de l'ajuster, soit que par la suite on ait besoin de la roder de nouveau, pour réparer quelque défaut, vous ferez bien de ne pas mettre le centre du trou tout-à-fait dans la direction du canal, mais un peu en deça en tirant vers la poignée ; ou bien avec une queue-de-rat vous le ferez un peu oblong. J'oubliois de dire que le trou diamétral de la clef, doit être dirigé perpendiculairement au plan qui passe par les deux fleurons de la poignée.

Ce trou étant percé & proprement ébarbé par les bords, vous en percerez un autre de même grosseur dans le même cercle, mais à quatre-vingt-dix degrés de distance ; & qui aille obliquement tomber dans l'axe de la clef

du côté du petit bout : il faut bien prendre garde que ce trou ne communique avec le premier.

Enfin vous percerez un troiſieme trou ſuivant la longueur de la vis qui eſt au bout de la clef, & vous le prolongerez dans l'axe, juſqu'à ce qu'il rencontre le trou oblique dont je viens de faire mention ; les bords de ce trou ſeront bien dreſſés & fraiſés, & le bout de la vis ſera coupé un peu en biſeau, afin qu'on puiſſe le fermer exactement, en appliquant deſſus, quelque corps plat garni d'une matiere flexible.

Quelque ſoin que vous ayez pris d'ébarber les trous de la clef, ne manquez pas de la remettre dans la boîte avec un peu de ſable & d'eau pour la roder légérement, & vous aſſurer que ſon ajuſtage n'a rien perdu ; après cela vous la couvrirez de gros papier, & vous la mettrez en lieu de ſûreté : vous boucherez auſſi la boîte par les deux bouts avec du liege, & vous continuerez de conſtruire la machine.

Ce qu'il eſt à propos de faire maintenant, c'eſt la platine : vous choi-

firez pour cela une plaque de laiton, qui ne soit ni pailleuse ni gercée, d'une épaisseur égale dans toute son étendue; vous l'arrondirez suivant un trait de compas qui ait dix pouces de diametre, & vous la ferez dresser & planer par un Chaudronnier adroit; comme cette derniere façon pourroit lui faire perdre sa rondeur, vous formerez avec le compas, un nouveau trait que vous suivrez à la lime. Si ce cuivre a été bien plané & dressé à la regle, il suffira de le limer sur une face pour le blanchir, & de le poncer à l'eau pour enlever les traits de la lime; le dessous n'étant point exposé à la vue, n'a pas besoin de cette façon, si ce n'est au centre & aux bords, à cause de la soudure. De quelque façon qu'on prépare la platine, soit qu'on la fonde sur un modele, soit qu'on la prenne dans une table de laiton, il faut faire en sorte qu'étant finie, elle ait au moins deux lignes d'épaisseur.

La platine doit être rebordée d'un cercle de cuivre, qui s'éleve de neuf à dix lignes au-dessus de son plan supérieur: pour préparer ce cercle,

vous prendrez une bande de laiton d'une bonne demi-ligne d'épaisseur & un peu plus de trente pouces de longueur : vous la plierez circulairement, pour faire joindre les deux bouts que vous souderez à soudure forte, mais qui ne soit point trop aigre, afin qu'elle puisse soufrir le marteau ; après cela vous arrondirez & vous forgerez le cercle sur une bigorne jusqu'à ce qu'il soit presque assez large, pour que la platine puisse entrer dedans ; alors vous le monterez, sur un plateau de bois nouvellement arrondi au tour, & vous dresserez les deux bords ; ensuite vous y formerez un drageoir ; vous figurerez une moulure en-dessus & vous polirez avec de la ponce à l'huile; quand au dedans, vous le nétoyerez à la main avec la lime & la ponce. Si la platine alors se trouve encore un peu trop grande pour entrer dans le drageoir, vous la diminuerez en limant les bords, jusqu'à ce qu'elle y soit ajustée. Il ne restera plus alors qu'à souder le cercle, mais cette soudure ne doit se faire qu'après celle qui fixera la platine sur la tige du robinet.

Vous percerez la platine au centre, & vous tarauderez le trou, pour la vis qui eſt au bout de la tige *R* : vous la mettrez en place, & vous examinerez ſi elle ſe monte bien droite, & ſi elle s'applique exactement ſur l'aſſiette qui doit la recevoir; alors vous ſéparerez les pieces pour les chauffer & les aviver avec l'étain & la réſine, & vous les rejoindrez pour achever la ſoudure : vous ferez de même pour le cercle.

La vis qui reçoit la platine, doit être aſſez longue pour excéder de cinq à ſix lignes ſon plan ſupérieur : & ſur la moitié de cette longueur vers le bout, les filets ſeront tranchés par deux rainures diamétralement oppoſées, de ſorte qu'une piece qui ſera viſſée ſur cette partie, n'empêche pas que l'air ne paſſe du récipient dans le canal du robinet. Et quand on voudra que l'air n'y paſſe point, il ſuffira de viſſer la piece plus avant, afin qu'elle ſe trouve ſur les filets pleins.

Il n'eſt point aſſez que la platine [illegible] par le centre, vous la [illegible] encore par trois conſo-

les, qui seront attachées d'une part à sa circonférence, & de l'autre sur le quarré *p p*, que j'ai dit qu'il falloit réserver au couvercle de la pompe; vous ferez les consoles avec des bandes de laiton un peu épaisses, que vous plierez & découperez suivant votre goût, si vous n'êtes pas à portée de faire autrement; mais elles auront bien meilleure grace, si vous pouvez les faire fondre sur un modele préparé en cire ou en plomb par un Sculpteur; étant réparées & mises en couleur d'or, elles rendront la machine bien plus élégante.

De quelque maniere que vous fassiez ces consoles, il faut qu'elles ayent par en-bas, deux petites oreilles qui s'appliquent sur le quarré *p p*, & qui s'y attachent avec deux petites vis: & vous prendrez bien garde en perçant les trous & en les taraudant, d'atteindre jusqu'à l'intérieur de la piece. Il faudra réserver dans le haut de la console ou y souder une petite masse, qu'on puisse limer d'équerre pour faire poser la platine dessus, & l'y arrêter avec une vis à tête perdue; & afin que l'eau qu'on répandra

dra sur la platine, ne puisse point couler par là, vous enfermerez sous la tête de la vis, un petit anneau de cuir gras.

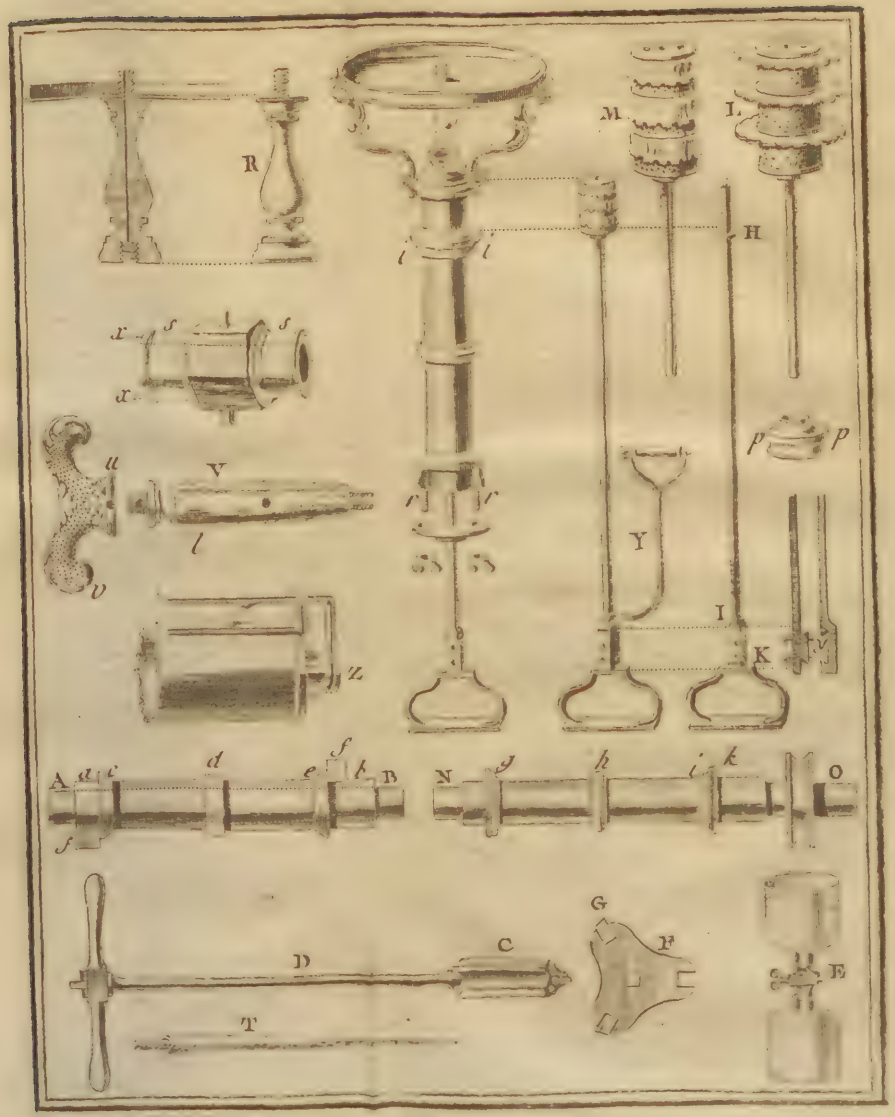
On imagine bien que les consoles doivent être placées à égales distances l'une de l'autre ; mais il ne faut pas manquer de les arranger de maniere, que la poignée de la clef du robinet se présente au milieu de deux d'entr'elles, & le bout de la clef, vis-à-vis de la troisieme.

Quand vous aurez mis la machine pneumatique dans cet état, vous acheverez ce qui reste à faire à la tige du piston ; c'est une branche de fer poli, coudée comme on le voit par Y, applatie par en-bas, & ouverte en forme de fourchette par en-haut ; cette piece s'attache en *K*, par le moyen d'une couliſſe taillée en queue d'aronde comme *y*, & de deux fortes vis, qui traversent les deux pieces, & qui en assurent l'assemblage. La fourchette contient un manche de bois, qui a quatre pouces de longueur, & qui tourne librement, sur une broche de fer, garnie d'une tête ronde par un bout, avec quelques

filets de vis à l'autre, qui ont leur écrou dans la branche de la fourchette. Cette branche coudée a un pied de hauteur depuis la partie platte par laquelle elle s'attache jusqu'au manche. Par en-bas, elle est écartée d'un pouce & demi de la tige du piston, & un peu plus par en-haut; on peut la limer à pans, ou la laisser ronde, cela est tout-à-fait arbitraire.

Enfin vous enfilerez sur la tige quarrée du piston, un plateau de bois de quatre pouces & demi de diametre, dont la face supérieure soit bien droite, & vous y ferez deux trous pour entrer sur les deux tirants à vis *r r*, pour lesquels vous préparerez aussi deux écrous à oreilles. Ces tirants sont applattis dans la partie qui est au-dessus des filets, & sont attachés chacun avec deux vis, qui ont leurs écrous dans l'épaisseur du corps de pompe, mais qu'il faut avoir soin de raser en dedans, afin qu'elles ne nuisent pas au passage du piston.

Pour faire passer le plateau sur la tige quarrée, vous n'aurez qu'à le fendre diamétralement & rejoindre les deux morceaux avec de la colle-forte : cela suppose que vous l'aurez


R
M
I
H
x
s
s
x
P
P
u
V
l
v
Y
I
K
z
A
a
c
d
e
f
h
B
N
g
h
i
k
O
f
G
F
D
C
E
T

fait d'un morceau de planche, dont le fil ne soit point interrompu par des neuds ; & que les trous par où passent les deux vis, seront faits sur une ligne qui coupe à angles droits la fente diamétrale dont je viens de parler : il reste encore quelque chose à faire tant à la boite qu'à la clef du robinet, pour achever complétement la pompe, mais on attendra pour cela qu'elle soit montée sur son pied.

Que le pied de la machine pneumatique soit assez fort pour porter la pompe, & résister aux efforts de celui qui fait agir le piston, qu'il ait assez d'assiette pour n'être pas facilement renversé ; quand au reste, il est susceptible de toutes les formes qu'on voudra lui donner, & de tous les ornements dont on jugera à propos de l'enrichir : je me suis borné dans cette partie, comme dans toutes les autres, au nécessaire & à la propreté, & j'ai trouvé dans cette économie un avantage, qui se rencontre rarement avec un grand appareil de pieces superflues. Je veux dire un certain degré de légéreté, qui permet de transporter aisément & sans

embarras, toute la machine, sans empêcher qu'elle ne soit assez ferme pour résister aux secousses ordinaires. Trois montants & deux tablettes, c'est tout ce que j'employe ordinairement pour construire le pied de la machine simple; je vais dire en peu de mots les proportions que doivent avoir ces cinq pieces.

Chacun des montants *A a*, *A a*, *Pl. XXI*, a trente-cinq ou trente-six pouces de hauteur & deux pouces $\frac{1}{2}$ en quarré au plus gros; pour les chantourner réguliérement, il faut préparer un calibre avec du carton ou avec un feuillet de bois fort mince, & l'appliquer successivement sur les deux côtés opposés d'une piece de bois corroyée, pour tracer le profil: l'ouvrier coupera le bois suivant ce trait, & il en fera autant avec un autre calibre sur les deux autres côtés; il fera bien, en finissant chaque morceau, d'abattre les deux angles extérieurs, par un champfrain de deux lignes de largeur, & de laisser les angles vifs à la face intérieure.

Il n'y a que les deux pieds de devant qui soient semblable entr'eux

dans toute leur hauteur, celui de derriere *B b*, quoique taillé comme eux, ne monte que jusqu'à la tablette d'en-bas.

La tablette supérieure *C*, dont on voit le plan en *c d e*, est faite d'un seul morceau qui a seize lignes d'épaisseur, & qui est orné de quelques moulures tout autour; il y a au milieu, un trou rond dans lequel le quarré *i i*, de la pompe doit entrer juste. Dans cette tablette sont assemblés les deux montants *a, a,* & un troisieme *D*, qui descend perpendiculairement sur la tablette inférieure & qui s'y assemble aussi. Ce dernier montant est pris dans un morceau de bois de quinze lignes d'épaisseur; il est arrondi par la face qui regarde le devant de la machine; l'autre côté qui est plat, a trois pouces & demi de largeur, & porte un avant-corps de quatre lignes d'épaisseur, sur deux pouces de large, dont les bords sont taillés en queue d'aronde, comme on le peut voir en *f g*.

La tablette inférieure *E*, dont on voit le plan en *g h h*, a un bon pouce d'épaisseur, elle a aussi un trou

rond dans lequel doit entrer juſte toute la partie de la pompe qui eſt au-deſſous de la premiere moulure ; & comme il y a ſur cette partie, deux tirants qui ſont un peu de ſaillie, il faut que le trou ſoit échancré, pour les laiſſer paſſer. On voit par là, que la diſtance entre les deux tablettes doit être telle, que la pompe poſe ſur l'une par la portée qui eſt ſous la moulure d'en-haut, & ſur l'autre, par celle qui eſt ſous la moulure d'en-bas : & quand à l'écartement que cette tablette doit faire prendre aux pieds, il ſera ſuffiſant, s'il eſt de vingt deux pouces pour les deux du devant *A A*, & de quatorze pour celui du derriere, à compter de la ligne *A A*.

Vous mettrez la longueur de la tablette inférieure ſuivant le fil du bois ; & comme les tenons *h*, *h* ſeroient trop tranchés, vous y en rapporterez à bois de fil ; ou bien vous ferez la tablette de trois pieces, en rapportant deux morceaux à bois de fil, dans leſquels vous prendrez les deux tenons *h*, *h*. Tous les tenons du pied doivent être collés & chevillés, & au lieu d'être ſimples ou

feroit bien de les faire à fourchette : mais ce qu'il y a de plus essentiel, c'est que l'assemblage & les trous des tablettes soient faits de maniere que la pompe se monte bien d'à-plomb, & que les deux tablettes soient de niveau en tous sens, quand le pied sera posé sur un plan horizontal.

Il est indispensable de couvrir le pied de la machine pneumatique avec une peinture à l'huile ou avec une couleur détrempée au vernis, à cause de l'eau qui tombe fréquemment dessus, & qui ne manqueroit pas de pénétrer bien-tôt dans les assemblages, de pourrir ou de faire déjetter les bois. Il sera fort bien par exemple, en noir & rouge, toutes les faces extérieures étant de la premiere couleur, & celles du dedans avec les tranches & les moulures distinguées par la seconde; le Vernisseur n'oubliera pas de marquer en or les champfrains faits aux montants, & d'enjoliver le reste avec quelques ornements. Enfin vous pourrez faire mettre en bas des montants, des chaussons de bronze, qu'on trouve tout faits chez les Fondeurs, & vous les ferez mettre en cou-

leur d'or, comme les consoles de la platine, & la poignée de la clef du robinet.

La machine étant placée sur son pied, arrêtée par les tirants qui traversent le plateau sous la tablette inférieure, vous y donnerez la derniere main par l'épreuve suivante. Munissez-vous d'une peau de chamois passée à l'huile, qui soit par-tout d'une épaisseur à-peu-près égale, & sans gerçures ni trous; coupez-en un morceau propre à couvrir toute la platine; ouvrez-le milieu par un trou circulaire, qui ait environ 2 pouces de diametre; mouillez-la bien, & étendez-la de maniere, que la vis du centre soit à-peu-près au milieu du trou. Placez sur cette peau l'éprouvette *E*, *Pl. X X*, qui consiste en deux petits récipients joints ensemble par un robinet, qu'il faut d'abord tenir fermé; mettez de l'eau dans le vase d'en-haut, & donnez deux ou trois coups de piston pour raréfier l'air dans celui d'en-bas; ensuite ouvrez le robinet pour faire passer de l'eau sur la platine, jusqu'à ce qu'il y en ait

ait environ un travers de doigt au-dessus de la vis qui fait l'extrémité du canal ; & puis ayant fermé le robinet, observez bien s'il ne passe point de bulles d'air à travers l'eau, & d'où viennent ces bulles, s'il y en a : si elles sortent autour de la vis, c'est une marque que la soudure de la tige *R* à la platine, est défectueuse, & il faudra la réparer. Si l'air vient par le canal, c'est à la clef qu'il faut s'en prendre, & vous la retravaillerez avec le sable fin & l'eau de savon, jusqu'à ce que, par une pareille épreuve, vous soyez sûr qu'elle est fidéle. Mais toutes les fois que vous remettrez la clef du robinet dans la boëte, ne manquez pas, de bien essuyer l'une & l'autre auparavant, & de mettre sur la clef, un peu de suif de chandelle bien net, en la faisant tourner un peu d'un sens & de l'autre, pour étendre la matiere grasse entre les surfaces qui se touchent.

Mais ce n'est point encore assez que le robinet soit exact & qu'il tienne contre les efforts de l'air extérieur, il faut encore qu'il ne s'en

gliſſe point entre le corps du piſton & la pompe, tandis qu'on le fait deſcendre pour faire le vuide dans le récipient, & c'eſt ce que vous reconnoîtrez par une ſeconde épreuve que voici.

Mettez ſous le récipient le petit barometre tronqué dont il eſt fait mention, *Leçons de Phyſique*, *Tome* III, *page.* 226, qui eſt repréſenté par la figure 14 de la Pl. III. Tournez la clef du robinet, pour ouvrir la communication entre la pompe & le récipient, & donnez cinq ou ſix coups de piſton, afin que le mercure deſcende d'environ un pouce dans l'inſtrument d'épreuve; alors ſi en faiſant deſcendre le piſton lentement, & en l'arrêtant pendant une demi minute à différents endroits de ſon excurſion, vous ne voyez point remonter le mercure, mais qu'au contraire il demeure fixé au degré où vous l'avez fait deſcendre, vous pourrez regarder le piſton comme étant exact & il le ſera autant qu'il peut l'être, ſi en continant de le faire agir, vous pouvez faire deſcendre le mercure

à une ligne près de son niveau.

Il ne produira même cet effet qu'avec un frottement assez considérable, qui vous fatigueroit en pure perte, dans la plûpart des expériences connues, qu'il ne s'agit que de répéter dans une école, & dans lesquelles on peut se dipsenser de faire un vuide aussi parfait : je vous conseille donc de tenir votre piston plus aisé, dût-il n'abaisser le mercure qu'à quatre lignes au-dessus de son niveau, sauf à le rendre plus serré dans certains cas où l'on a besoin de raréfier l'air davantage : vous le ferez aisément, en garnissant les liéges avec un ruban de fil tourné autour, & recouvert ensuite par les cuirs : & si vous vous appercevez que ces cuirs se rebroussent, au lieu de rester constamment couchés sur les lieges, vous pourrez les arrêter, en y faisant quelques points avec une grosse aiguille & du fil : enfin vous diminuerez encore le frottement sans préjudicier à l'exactitude du piston, en l'enduisant de temps en temps avec un mélange de suif & d'huile d'olives fondus ensemble.

Quand vous aurez fini la clef du robinet, & que vous aurez lieu d'en être content, il faut pourvoir à sa conservation ; le moindre coup qu'elle recevroit, une simple rayure à sa surface, la gâteroit peut-être sans ressource ; pour prévenir ces accidents, vous ferez ensorte qu'elle ne puisse sortir de sa boëte que quand vouz jugerez à propos de l'en ôter ; pour cet effet, vous enfilerez sur la vis qui est au bout, un anneau de cuir gras plus large que le bout de la clef, & par-dessus une rondelle de cuivre mince, & vous retiendrez le tout avec un écrou taillé à pans ; mais afin que la clef fasse tourner la rondelle & son cuir avec elle, & que l'écrou ne se desserre point, vous percerez dans le bout de la clef & à côté de la vis, un trou dans lequel entrera un petit pied rivé à la rondelle.

Ajoutez à la clef du robinet, encore une partie dont vous tirerez un grand avantage, c'est la soupape marquée *Z*, *Pl. XX*, qui empêchera l'air extérieur d'entrer dans la pompe, quand vous tournerez la clef pour faire

ſortir celui que vous aurez tiré du récipient, en faiſant remonter le piſton ; par-là, il arrivera que le piſton remontera de lui-même en partie, & que vers la fin, vous n'aurez preſque rien à faire pour le ramener au haut de la pompe.

Cette ſoupape eſt un levier angulaire, qui porte au bout d'un de ſes bras, une palette dans l'épaiſſeur de laquelle on a creuſé la place d'une petite piece circulaire de cuir de veau, qu'on y a attachée avec de la colle de poiſſon ; l'autre bras du levier tourne dans une petite fourchette établie à l'extrêmité d'une lame de cuivre dont les bords ſont taillés en queue d'aronde, & qu'on fait entrer un peu à force, dans une couliſſe de même forme, creuſée ſur la partie cylindrique *s* de la boëte. Ce même bras du levier porte un reſſort très-foible qui ſuffit pour faire poſer la palette & ſon cuir, contre le bout de la vis, mais qui céde à l'effort de l'air venant de la pompe, quand on fait remonter le piſton.

Lorſque vous ferez travailler la ma-

chine pneumatique, il eſt important que les trous de la clef du robinet, ſe rencontrent exactement dans la direction du canal, ſoit pour ouvrir la communication du récipient dans la pompe, ſoit pour expulſer l'air que contient celle-ci quand on veut remontrer le piſton, ſoit enfin, quand il s'agit de laiſſer rentrer l'air extérieur dans le récipient. La main s'accoutume peu à peu aux mouvements qu'elle doit faire pour cela ; mais pour la commodité de ceux qui n'auroient point acquis cette juſteſſe par habitude, je fais entrer à vis ſur le gros bout de la clef, une petite cheville d'acier *l*, qui eſt paralelle à la longueur de la poignée *v u*, & je fais au bout de celle-ci, qui répond à la cheville, une marque très-facile à appercevoir, (*) ou ſimplement un petit trou rempli de cire noire ; je place de même deux autres chevillle *x*, *x*, en haut & en bas de l'entrée de la boëte, ayant égard à leur épaiſſeur ; par ce moyen, l'on n'eſt aſſujéti qu'à tenir la poignée de la clef horizontale, quand on

fait descendre le piston ; la rencontre des chevilles lui donne la situation qu'il faut qu'elle ait pour les deux autres fonctions.

Le Rouet que j'ai ajouté au pied de la machine pneumatique, est une espece d'appendice qu'on peut ôter quand on veut, dans les cas, par exemple, où l'on auroit besoin d'un plus grand espace libre, tout autour de la platine, ou si l'on vouloit mettre, en sa place, un guéridon pour porter un chandellier, lorsqu'on travaille aux lumieres, ou quelqu'autre piece nécessaire à l'expérience qu'on a intention de faire.

Ce rouet est composé de deux montants *F*, *G*, *Pl. XXI*, assemblés paralellement entr'eux par deux traverses, & à deux pouces de distance l'un de l'autre ; d'une roue de seize pouces de diametre, que l'on fait tourner avec une manivelle ; & d'une potence mobile de haut en bas, qui porte des poulies de renvoi, avec un arbre tournant pour communiquer un mouvement de rotation.

La traverse d'en-bas *G*, est assemblée à queues perdues dans les deux

montants ; l'autre avec des tenons taillés en queue d'aronde, descend en *H*, par des coulisses *I*, *K*, creusées & disposées pour cela dans l'épaisseur des montants. A l'un des deux est creusée en dehors une pareille coulisse sur la longueur *L M*, par laquelle le rouet se joint & s'attache à la piece *D*, qui fait partie du pied de la machine.

La roue, comme je l'ai déja dit, a 16 pouces de diametre ; pour la construire & pour la placer dans son chassis, vous n'aurez qu'à suivre ce que j'ai enseigné touchant celle qui fait partie de la machine des forces centrales, soit que vous la fassiez pleine, ou à jour : l'axe & la manivelle pourront être aussi de cuivre fondu sur des modeles, que vous ferez en bois. Voyez les *Avis* sur la V^e^. Leçon, où j'ai donné la construction d'une pareille roue, en parlant de la machine des forces centrales. La piece *N*, de la potence, glisse suivant sa longueur entre les deux montants du chassis, & y est contenue de part & d'autre par la coulisse *I K*, appropriée aux queues

d'arondes qui ſont réſervées ſur les faces *N*, *N*: le bas de cette piece eſt ouvert, pour ſervir de mouſle à une poulie de bois qui a deux pouces $\frac{1}{2}$ de diametre, avec deux gorges paralelles & concentriques qui ne ſont ſéparées l'une de l'autre que par une languette fort mince : les joues de cette poulie, ſont un peu bombées du milieu, pour ne toucher que par cet endroit, les côtés de la mouſle : au milieu de la couliſſe qui reçoit la piece *N N*, chaque montant eſt percé d'une rainure à jour *n n*, par laquelle on fait paſſer un petit boulon de fer bien arrondi, qui ſert d'axe à la poulie. Ce boulon a une tête platte de cuivre tournée en roſette, ſous laquelle il y a un quarré qui entre aiſément dans la rainure ; l'autre bout eſt une vis qu'on reçoit avec un écrou à oreilles, ſous lequel on enfile une autre roſette de cuivre mince ; au moyen de cet ajuſtement, la double poulie tourne dans ſa mouſle, & la potence ſe fixe à telle hauteur que l'on veut dans la couliſſe. Au haut de la piece *N N*, & de chaque côté, eſt une poulie

de renvoi représentée plus en grand en *O*, & dont je parlerai tout-à l'heure.

La piece *P Q* de la potence, a environ un pied de longueur, & elle est coupée en deux parties, dont l'une se replie sur l'autre quand on veut, par le moyen d'une charniere, comme on le peut voir en *p q*, cela est commode pour débarrasser le dessus de la machine pneumatique, sans enlever le rouet ; la partie *p q* plus mince que le reste, est percée à jour, d'une rainure qui a six lignes de largeur & dans laquelle glisse la piece *R*, qui porte l'arbre tournant & sa poulie.

Cette piece est moulée en cuivre ; elle porte en dessus, & au milieu de sa longueur, un bout de vis gros comme le petit doigt, qui entre avec un quarré à côté, pour empêcher qu'elle ne tourne, dans la rainure, & qui l'ayant traversée, est prise par un écrou à oreilles ; au moyen de quoi l'on arrête tout ce qui tient à cette piece à tel endroit que l'on veut de la rainure. La vis est percée suivant sa longueur, par un trou qui a quatre lignes de diametre ; & la bride *r r* qui s'attache sous la

piece *R* avec deux vis, eſt percée en ſon milieu d'un trou de pareille grandeur. L'arbre tournant *S*, fixé dans une poulie qui a deux pouces de diametre, eſt reçu entre ces deux pieces; il entre de deux lignes ſeulement dans le trou de la vis, & il traverſe & excede d'un bon pouce, la bride *r r*; il y tourne avec liberté, & on a l'attention de réſerver une portée de part & d'autre, afin que la poulie ne puiſſe ni monter ni deſcendre.

Vous ferez l'arbre tournant d'un morceau de cuivre de fonte, que vous percerez d'abord d'un bout à l'autre, en le faiſant tourner contre le foret. Enſuite vous rendrez le trou quarré, en faiſant entrer dedans, des broches d'acier de cette forme, & en le battant ſur un tas ou une enclume, juſqu'à ce qu'il puiſſe en recevoir une qui ſoit de même groſſeur d'un bout à l'autre, & dont chaque face, ait une ligne $\frac{1}{2}$ de largeur. Vous l'arrondirez enſuite ſur le tour, en plaçant les pointes dans les deux bouts du canal quarré, & vous formerez les portées: la partie compriſe entre elles, ſera taillée à pans pour

recevoir le morceau de bois, dont vous ferez enſuite la poulie.

La corde ſans fin qu'on fait aller avec la grande roue, ſera un ganſe de ſoie groſſe comme une très-petite plume à écrire, elle ſe croiſera ſous la poulie qui eſt au bas de la piece *N N*, ſe logera d'un côté dans la gorge la plus prochaine du montant *F*, & de l'autre, dans la gorge qui avoiſine de plus près le montant *G H*; elle montera de part & d'autre ſur la poulie de renvoi *o*, & ſe réunira en embraſſant la poulie de l'arbre tournant: il faut avoir ſoin de réunir les deux bouts de la corde, de façon, qu'elle ne devienne pas plus groſſe en cet endroit, qu'elle ne l'eſt ailleurs; & pour qu'elle ne gêne point les poulies, & qu'elle ne ſoit point ſujette à ſortir de leurs gorges, vous aurez ſoin, qu'en montant paralellement à la face & aux côté de la piece *NN*, elle trouve la poulie de renvoi dans le même plan, & qu'en ſortant de celle-ci avec une direction paralelle à la piece *P Q*, elle y rencontre la poulie de l'arbre tournant. Chacune des poulies de renvoi, eſt mon-

tée comme on le voit en *O*, dans un petit chaſſis fait avec des lames de cuivre, & qui s'attache avec deux clous d'épingle, ou avec deux vis en bois; comme la poulie qui eſt au bas de la piece *N N* a deux gorges, la corde montante d'un côté, ſe trouve un peu plus réculée, que de l'autre; il faut y avoir égard, en plaçant les poulies de renvoi.

Si l'on ſe repréſente maintenant, le rouet aſſorti de toutes ces pieces, & attaché au pied de la machine, comme on le peut voir par la figure, qui fait voir la machine de profil *Pl. XXI.* on comprendra aiſément, que la grande roue en tournant, doit communiquer par la corde ſans fin & par les poulies, à l'arbre tournant de la piece *R*, un mouvement de rotation d'autant plus rapide, que cette roue ſurpaſſe en diametre, la poulie de cet arbre; & que ſi l'on joint une tige de métal à cet arbre, en l'engageant par un bout dans ſon trou quarré, & en l'y retenant avec une vis de preſſion comme *S* ou *s*, cette tige participera au même mouvement, non-ſeulement elle, mais tout ce

qu'on y voudra attacher. Il ne s'agit plus que de faire passer la tige T, dans le récipient de telle façon, que ses mouvements ne permettent point à l'air extérieur de s'y introduire.

Pour cet effet, on se sert d'un récipient qui a par en haut un goulot ouvert comme pour y passer le doigt, sur lequel on attache avec du mastic, une virole de cuivre qui a un fond un peu épais, percé au milieu & taraudé pour recevoir la vis d'une *boîte à cuirs*. Cet instrument qu'on fait couler en cuivre en donnant un modele de bois au fondeur, est un cylindre creux qui a dix à douze lignes de diametre intérieurement, sur un pouce de hauteur, avec un fond qui porte une vis *u* grosse comme le petit doigt. Cette boîte se ferme par le haut, avec un couvercle à vis qui entre dedans, & dont le bord un peu saillant est godronné tout autour. Ce couvercle, ainsi que la vis *u*, est percé au milieu, pour donner passage à une tige ronde de métal, grosse comme une plume à écrire. Avant que d'y faire entrer cette tige, on remplit la boîte, ainsi

que le couvercle, avec des rondelles de cuir de buffle, qu'on a laiſſé tremper pendant quelque temps, dans un mélange de ſuif fondu avec partie égale d'huile d'olives, & au centre deſquelles on a fait un trou avec un poinçon ; quand ces cuirs ſont bien preſſés avec le couvercle, on fait paſſer la tige de métal au travers de la boîte, & au moyen de ces cuirs gras qui la ſerrent ſur une longueur d'un bon pouce, ſi elle eſt bien ronde & cylindrique, elle y peut tourner & gliſſer, ſans que l'air paſſe entr'elle & les cuirs.

Je ſuppoſe donc qu'on ait viſſé une boîte à cuirs ſur la virole du récipient, en enfermant entre l'une & l'autre un anneau de cuir gras, pour rendre la jonction plus exacte ; on fera paſſer la tige *T* au travers, & l'on engagera le bout *t* qui eſt quarré & un peut en dépouille, dans l'arbre tournant *s* ; au-deſſous du quarré on fera bien de ſouder une roſette de cuivre tournée, ſous laquelle on enfilera un cuir gras, afin que la tige ne puiſſe pas deſcendre, & que l'air extérieur ne puiſſe point s'inſinuer

dans la boîte ; la partie de la tige qui tournera dans les cuirs, doit être bien ronde ; on limera le reſte en quarré, & tout ce qu'on enfilera deſſus, s'y arrêtera avec une vis de preſſion.

Quand on ne fait point uſage du rouet, & que la tige de la boîte à cuirs eſt menée à la main, ſoit que ſon mouvement ſe faſſe en tournant, ſoit qu'il ſe faſſe de haut en bas, il faut rapporter au bout d'en-haut, un anneau *V* de fonte qu'on lime proprement, & qui ſe monte à vis. Le bout d'en-bas porte un quarré & quelques filets de vis, pour y joindre une pince, un crochet, ou quelque autre inſtrument, qu'on y arrête avec un écrou ; & afin que la tige en gliſſant d'un bout à l'autre dans la boîte, ſoit toujours également ſerrée par les cuirs, on la fait d'un gros fil de laiton paſſé à la filiere.

Quand on n'a point de mouvements à faire dans le vuide, il faut employer des récipients dont le haut ſoit terminé par un bouton creux, comme *X* ; cela diminue un peu du prix, parce qu'ils en ſont plus légers ; mais

mais on a encore la commodité d'y suspendre facilement tout ce que l'on veut, en engageant dans la gorge, un bouchon de liege qui porte un crochet.

Tous les récipients, tant grands que petits, soit à goulot, soit à bouton, doivent avoir au-dessous de cette partie la forme d'une voûte qui ne soit point trop sur-baissée : on fera le corps du vaisseau cylindrique, & le bord sera dressé avec du sablon & de l'eau sur une plaque de métal bien droite & bien unie ; on en trouvera aisément de fer coulé qui ne seront point cheres : au défaut d'une plaque de métal, on pourra se servir du revers d'une table de marbre.

Les récipients de machines pneumatiques se font en verre ou en cristal ; ceux-ci sont préférables aux premiers ; on en sera suffisamment assorti pour les expériences ordinaires, si l'on en a seulement deux, tant à bouton qu'à goulot, sur les mesures suivantes, qu'on ne doit prendre que pour des à-peu-près, parce que cela suffit, & parce qu'on auroit beaucoup de peine, sur-tout

pour les épaiſſeurs, à les faire exécuter à la rigueur aux Verreries.

Diametre.	*Hauteur ſous le bouton.*	*Épaiſſeur.*
pouces.	pouces.	lignes.
9....	...12...	....2....
6....	....8...	....1. $\frac{1}{2}$.
4....	...10...	....1. $\frac{1}{2}$.
4....	....6...	....1.
3....	....4...	....1.

Ces dimenſions pour les capacités m'ont paru les plus convenables ; mais ſi par extraordinaire, on avoit beſoin d'un vaiſſeau beaucoup plus grand, il ne faudroit pas regarder les limites de la platine comme un obſtacle invincible ; il ſuffiroit d'y aſſujétir le bord du récipient qui poſe deſſus, le reſte du vaiſſeau pourroit en devenant plus haut que les autres, augmenter auſſi de largeur.

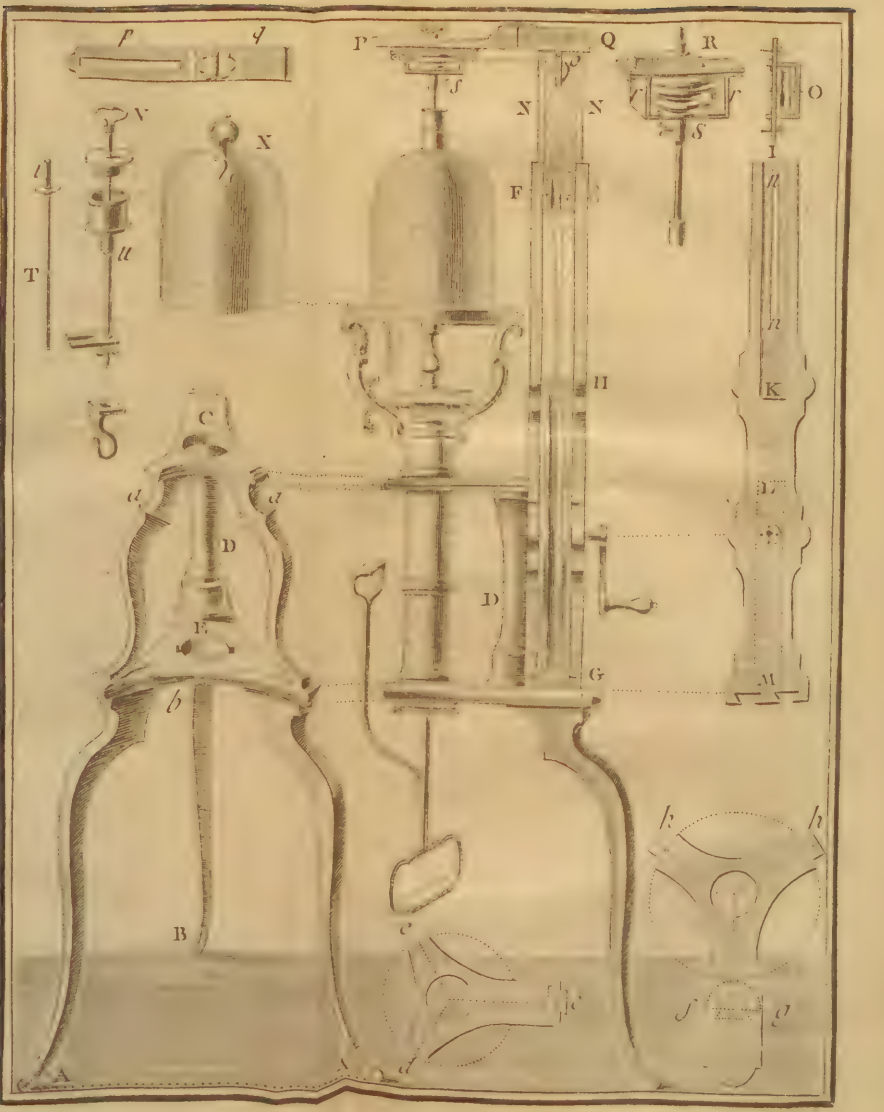
J'ai encore pluſieurs choſes à dire touchant les machines qui aſſortiſſent la pompe pneumatique, mais j'en parlerai à meſure que les expériences ſuivantes m'en fourniront l'occaſion ; j'ajouterai ſeulement encore ici quel-

ques avis sur la maniere de manœuvrer cette machine, & sur les moyens de l'entretenir en bon état.

Si vous avez été quelques temps sans vous en servir, commencez par faire couler dans la pompe, plein une cuiller à bouche d'huile d'olives, que vous introduirez par le haut du canal, en abaissant peu-à-peu le piston, que vous ferez ensuite monter & descendre trois ou quatre fois, ou jusqu'à ce que vous sentiez qu'il a pris l'huile, & qu'il glisse aisément; pouffez-le ensuite jusqu'en haut, & faites-le appuyer contre le fond, afin que le trop d'huile forte & se répande sur la platine, que vous essuirez avec un torchon. Ensuite ayant étendu les cuirs mouillés, & préparé votre expérience sur la platine, appuyez votre main gauche sur la tablette supérieure, portez votre droite à la poignée de la clef, & votre pied droit dans l'étrier du piston; tenez la poignée de la clef horizontale, en abaissant le piston avec le pied, & dans l'instant que l'étrier arrive en bas, tournez la clef de gauche à droite, jusqu'à ce que les chevilles

se rencontrent. Alors pour remonter le piston, le pied & la main gauche restant à leurs places, portez la main droite à la poignée de la branche montante *Y*, *Pl. XX.* & en la tirant de bas en haut, contretenez l'etrier en le poussant un peu en avant avec le bout du pied, jusqu'à ce que vous sentiez que le piston touche le haut de la pompe, & contenez-le, dans cet état avec le pied, avant de tourner la clef pour donner un second coup. En observant cette marche exactement, vous en acquererez bientôt l'habitude, & vous ferez promptement le vuide sans vous fatiguer. Pour laisser rentrer l'air dans le récipient, vous tournerez la poignée de la clef verticalement, en mettant en haut le bout que vous mettez en bas, quand vous remontez le piston; alo rs si vous appuyez un peu avec le bout du doigt sur la queue de la soupape, l'air extérieur se portera avec précipitation dans le récipient.

Quand la machine pneumatique est fort long-tems sans servir, il se fait du verd de-gris en dedans, & le piston s'attache fortement au cuivre; on fera bien de le faire char-


P
q
P
Q
R
O
V
X
S
N
N
I
t
F
T
u
n
K
H
C
a
a
D
E
D
G
M
b
B
h
h
c
f
g
A

ger de place de temps en temps, pour prévenir cette adhérence : on le fera sortir aussi quelquefois de la pompe, pour visiter les cuirs, enlever la vieille graisse & en remettre de la nouvelle ; il faut nétoyer de même le robinet, en ôtant la clef de sa place, & en faisant passer des plumes de coq à contre-sens à travers les trous, & à travers le canal ; mais il ne faut point oublier de remettre une légere couche de suif sur la clef, avant de la remetre dans sa boîte.

Quand on a une expérience délicate à faire, il faut commencer par éprouver la machine pneumatique, comme je l'ai indiqué ci-dessus, avec l'éprouvette à l'eau, & avec celle de mercure.

Pour revenir à la premiere expérience qui a donné lieu à cette longue digression, j'avertis qu'il n'est pas nécessaire de péser le ballon dans l'eau ; on pourra se dispenser de cet embarras, & faire la pesée dans l'air, pourvu que la balance soit bien mobile ; celle que j'ai décrite au commencement des *Avis* sur la septieme Leçon, *pag.* 264. sera très-

bonne pour cela. Tandis qu'on fait le vuide dans le ballon, il eſt à propos de l'envelopper d'une ſerviette dont les quatre coins ſoient noués en deſſous, afin que ſi, par hazard, il venoit à ſe caſſer, les éclats de verre ne bleſſent perſonne.

Ne plongez point, à l'imitation d'Hauxbée, votre ballon vuide, dans l'eau, pour y en faire entrer à la place de l'air que vous aurez ôté; l'humidité qui y reſteroit, mettroit beaucoup d'incertitude dans les expériences que vous feriez enſuite avec le même vaiſſeau: ayez-en plutôt un autre, n'importe de quelle forme & de quelle grandeur, pour faire cette démonſtration; & s'il peut-être beaucoup plus long que large, vous ferez voir en même-tems, que l'eau qui n'a point été purgée d'air, ſe déſaiſit en entrant dans le vuide, de celui quelle contient naturellement; d'où il ſuit que cet air gagnant le haut du vaiſſeau, ne permet pas qu'il y entre autant d'eau qu'il y en entreroit ſans cet obſtacle: voici comment je fais cette expérience.

A, *Pl. XXI. Fig.* 1. eſt un tube de verre

qui a quatorze ou quinze pouces de longueur sur dix-huit ou vingt lignes de diametre ; il est renflé par le bas, avec un goulot sur lequel est mastiquée une virole de cuivre avec un fond un peu fort. Ce fond est percé au milieu & taraudé pour recevoir un robinet *C* qui s'y joint par une vis. Sur ce trou qui reçoit le robinet, on a soudé un ajutage de trois pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur, & dont l'orifice a près d'une ligne de diametre. Le canal du robinet est prolongé par un tuyau *B* de laiton ou de ferblanc, qui a sept à huit pouces de longueur, & qui se joint à vis, avec une assiette qui presse un cuir gras, comme le robinet en presse un autre contre le fond de la virole, afin que l'air ne puisse point entrer par ces jonctions.

Le tuyau *B* étant ôté, je visse le robinet au centre de la platine de la machine pneumatique, assez avant pour qu'il touche les cuirs mouillés, & je fais le vuide dans le tube *A*; je ferme le robinet *C*, & j'enléve la piece, pour y remettre le tuyau B, que je plonge dans un grand gobelet plein d'eau claire ; alors j'ouvre le robinet, & l'on voit l'eau du go-

belet s'elever dans le tube *A*, en forme de jet & retomber toute laiteuse, & pleine de petites bulles d'air, dans la partie renflée. Cette eau sort ensuite, par un petit trou fait au fond de la virole, à côté de l'ajutage, & que le robinet tient fermé avec le cuir gras qu'il presse, pendant l'expérience.

Quand on veut couper une pomme ou une tranche de navet, par la pression de l'air extérieur, il faut garnir le petit récipient qui est ouvert par en-haut, avec une virole de cuivre dont le bord supérieur soit tranchant; & couper la pomme en deux moitiés pour les appliquer dessus l'une après l'autre.

X. I. EXPÉR. I. Section. *Pl. II. Fig.* 6.

LA vessie tendue sur le récipient, manque souvent de crever, parce que'lle échappe à la ligature; pour faire cette expérience avec succès, il faut choisir une vessie mince, (celle de porc est très-convenable), en choisir un morceau qui n'ait aucun trou, & assez large pour déborder le récipient de trois doigts tout autour; le mouiller, l'étendre sur les bords du vaisseau, & le lier au collet avec

avec une ficelle fine, qui faſſe au moins cinq à ſix tours, & que l'on ſerrera le plus qu'on poura avant de la nouer; ayant ſoin, après le premier ou le ſecond tour de la ficelle, de tirer les bords de la veſſie, afin qu'elle ſoit bien tendue: & tandis qu'elle ſera encore toute mouillée, il faut la rabattre & la preſſer avec le plat de la main ſur les bords du vaiſſeau, afin qu'elle s'y colle.

Au moment de l'expérience, ſi l'on s'apperçoit que la veſſie ne ſoit pas bien ſeche, il ſera à propos de la préſenter au feu ou aux rayons du ſoleil; & ſi malgré ces précautions, elle tardoit trop à crever, on la fera partir en donnant un petit coup au milieu avec le doit: le récipient qui ſert à cette expérience ne doit point avoir moins que quatre à cinq pouces de diametre, pour bien faire.

Si l'on fait caſſer un morceau de vître arrondi, il faut interpoſer ſur les bords du récipient, un anneau de peau de chamois mouillé, afin qu'il s'y joigne plus exactement: on n'oubliera point de couvrir le bout du canal qui eſt au centre de la pla-

tine avec l'opercule dont j'ai fait mention dans les *Avis* sur la seconde Leçon, *pag* 36. de peur qu'il n'y entre quelque petits éclats de verre, qui pourroient gâter le robinet; & il sera prudent de jetter un mouchoir ou une serviette sur le morceau de vître, pour contenir les morceaux quand il viendra à se rompre.

Seconde Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 8.*

IL sera assez difficile de se procurer un syphon de huit pieds de hauteur, tel que celui que j'ai décrit dans la *préparation* de cette expérience; & en supposant qu'on le puisse avoir, il sera fort en risque de se casser par en-bas, lorsqu'on l'aura rempli de mercure. Dans une école publique, il faudra se contenter de donner à cet instrument trois pieds $\frac{1}{2}$ de hauteur, & de réduire la colonne d'air interceptée dans la petite branche à la moitié de son volume, par une colonne de mercure de 28 pouces: alors il suffira qu'il soit de la grosseur des tubes à barometres, & qu'il soit attaché sur une planche,

dont la longueur soit divisée par pouces.

Troisieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 9.*

LA préparation de cette expérience est suffisamment expliquée dans l'endroit cité en marge ; j'observerai seulement, que la planche sur laquelle est attachée le barometre, doit être extrêmement mince & légere, pour n'être point sujette à se renverser ; on pourroit même s'en passer, & marquer seulement avec un fil lié autour du tube, l'endroit où s'est fixé le mercure, au commencement de l'expérience.

Quatrieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 10 & 11.*

C'EST au Chaudronnier à préparer ces hémispheres avec du cuivre rouge d'une épaisseur convenable à leur grandeur ; ensuite les bords étant bien dressés, on soude à l'un des deux avec la soudure d'étain, un anneau plat, large de sept à huit lignes, fondu en cuivre jaune & dressé sur le tour & à la lime, avec une rainure circulaire sur une de ses faces, dans la-

quelle on fera entrer les bords de l'hémisphere.

Ces deux calotes seront percées au milieu de leur convexité, l'une pour recevoir le bouton avec l'anneau de suspension, l'autre pour se joindre au robinet; mais comme ces deux parties ont de grands efforts à soutenir, il sera bon d'augmenter leur épaisseur, par deux pieces de métal rivées & soudées à l'étain; l'une sera placée en dedans pour servir de contre-rivure au bouton; l'autre s'attachera en dehors, pour servir d'écrou à la vis du robinet, & sa face circulaire sera bien dressée & couverte d'un anneau de cuir gras, afin qu'il s'y joigne exactement.

Cinquieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 22.

QUOIQU'ON puisse faire cette expérience avec les hémispheres de la précédente & un grand récipient, il sera cependant plus commode d'y en employer qui n'aient que trois pouces ou trois pouces $\frac{1}{2}$ de diametre: quand on les aura attachés ensemble, par quelques coups de piston, on fermera & l'on dévissera le robinet, jusqu'à

ce qu'il ne tienne plus à la machine pneumatique que par les derniers pas de vis qui ſont tranchés par deux rainures, comme je lui dit, *page* 471. Alors il n'empêchera pas, que la pompe ne tire l'air du récipient dont on aura couvert les hémiſphers; quant à la boîte à cuirs, j'en ai donné la conſtruction ci-deſſus, *page* 494.

Ces hémiſpheres grands & petits ſeront beaucoup mieux s'ils ſont peints à l'huile, ou avec quelque vernis coloré, tant par dedans que par dehors, excepté la face de l'anneau plat, ſur laquelle s'applique le cuir mouillé.

X. LEÇON. I. Sect. *Pl.* III. *Fig.* 13.

SI vous voulez prouver par l'expérience qui eſt rapportée dans l'explication de celle-ci, que la raréfaction de l'air dans le récipient eſt proportionnelle au rapport qu'il y a entre la capacité de ce vaiſſeau & celle de la pompe, voici quelques *Avis* que vous pourrez ſuivre pour la préparer. Faites un barometre ſimple, comme celui dont j'ai donné la conſtruction, dans les *Avis* ſur la ſeptieme Leçon *page* 307. & montez le de la maniere ſuivante.

Ayez une platine ronde de cuivre bien dreſſée, d'une bonne ligne d'épaiſſeur & de trois pouces de diametre; percez-la au milieu & soudez-y une virole ronde d'un pouce de hauteur, capable de recevoir un tube de barometre, & un peu évaſée par en-haut; ajoutez un demi-cercle plat & concentrique, dont les deux bouts ſe replient pour joindre la virole, comme il eſt repréſenté par le plan, en *A Fig.* 2. & que le tout ſoit bien ſoudé. Cette eſpece d'emboîture recevra un morceau de bois léger *B C*, qui aura une face platte d'un pouce $\frac{1}{2}$ de large, dans toute ſa hauteur, avec une rainure au milieu, pour loger en partie le tube du barometre; le reſte ſera arrondi en demi-cylinde par en-bas, & aminci enſuite de plus en plus juſqu'en haut. Ayant arrêté cette piece dans ſon emboîture avec trois ou quatre clous d'épingle, vous diviſerez la face qui eſt droite par pouces juſqu'au nombre de 30 que vous numéroterez, en commençant à les compter de la ligne *D d*, ou ſera le niveau du mercure dans le culot; cette graduation ſe

marquera, ou sur un papier blanc que vous collerez au bois, ou sur une impression de blanc détrempé à la colle; après cela, vous y placerez le barometre, en faisant passer le tube par-dessous la platine, dans la virole du centre, & vous l'arrêtrez dans la rainure avec deux ou trois liens de fil de laiton recuit, que vous ferez passer à travers le bois, & que vous tortillerez par-derriere : & afin que l'air ne puisse point passer entre la virole & le tube, vous profiterez de l'évasement, pour y faire entrer de la cire molle.

Pour l'expérience dont il s'agit, vous ferez choix d'un récipient assez ouvert par en-haut, pour que le culot *D* puisse y passer aisément, & dont la capacité soit dans un rapport connu avec celle de la pompe; supposez, par exemple, que vous vouliez les deux capacités égales; vous commencerez par reconnoître celle de la pompe, en versant de l'eau dedans par le canal du robinet, autant qu'elle en peut contenir lorsque le piston est totalement abaissé, & en la mesurant ensuite. Vous ferez pas-

ſer cette quantité d'eau, ou une ſemblable dans différents récipients, juſqu'à ce que vous en trouviez un qui la contiennent à peine, ou qui ſoit même un peu trop petit pour la contenir; & quand il ſera plein, vous y plongerez encore un culot bouché, ſemblable à *D*, qui en ſera ſortir une partie. Quoique le vaiſſeau ſoit ouvert des deux côtés, il contiendra l'eau que vous y mettrez, ſi vous faites tenir ſon bord d'en-bas appuyé ſur la platine de la machine pneumatique couverte de ſon cuir mouillé.

Quand vous aurez ainſi la quantité d'eau juſte, que le récipient peut contenir, déduction faite de celle dont le culot *D* ou un volume équivalent tient la place, vous la ferez couler dans la machine pneumatique en abaiſſant peu à peu le piſton, juſqu'à ce que tout y ſoit entré, & vous placerez ſous l'étrier, quelque bout de planche qui l'empêche de deſcendre plus bas; alors vous ſerez ſûr qu'à chaque coûp de piſton que vous donnerez en faiſant votre expérience, la capacité de la pompe ſera égale à celle du récipient: vous parvien-

drez de même à trouver un autre rapport, s'il vous est plus commode.

Le choix du récipient étant fait, vous aurez soin que le bord d'en haut soit dressé comme celui d'en bas; vous y placerez un anneau de cuir mouillé, & par-dessus, laplatine qui porte le barometre, ayant soin de le contenir avec la main pendant les premiers coups de piston. Après l'expérience, il faut laisser rentrer l'air peu à peu, & non pas brusquement, de crainte, que le mercure en s'élançant avec trop de précipitation, n'aille casser le haut du tube.

UNE vessie de mouton dans laquelle on a laissé un peu d'air, & dont on a bien lié le col avec du gros fil, s'enfle à vue d'œil sous un récipent a mesure qu'on y fait le vuide; on fait voir que cet effet à lieu, quoiqu'on la charge d'un poid de 8 à 10 livres ou d'un plus grand encore, en la mettant dans un vase cylindrique de fer-blanc *E*, *Fig.* 3. sous un autre *F*, qui entre dans le premier & qu'on remplit de balles de plomb. Le vase extérieur a quatre pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur sur trois $\frac{1}{2}$ de

diametre ; son fond qui est élevé d'un pouce plus haut que le bord inférieur, est concave en dessus, & la partie qui est au-dessous est percée de plusieurs petits trous dans son pourtour. Le vase *F* n'a que deux pouces de hauteur avec un fond concave en dessous, & il doit glisser avec facilité de bas en haut : on place la vessie flasque entre les deux fonds, & c'est pour cela que les deux concavités se regardent ; voyez la coupe *ef*.

Si l'on n'a point la commodité de se procurer ce double vase de métal, on y suppléra, en mettant la vessie au fond d'un bocal d'Apoticaire *G*, & en la chargeant d'un cylindre de bois tourné, un peu concave en dessous, & d'une ou de plusieurs molettes de plomb enfilées sur une broche de fer, implantée au milieu de la face supérieure.

LES bouteilles qu'on veut faire casser dans le vuide doivent être minces, & pour cela, soufflées à la lampe ; on fera bien de les applatir un peu ; elles doivent aussi contenir de l'air non raréfié : il faudra

donc prendre garde qu'elles ne soient chaudes quand on les scellera: on aura soin de les préparer avec un col d'un pouce de longueur, terminé en tube capillaire; & de les tenir, pour bien faire, sur de la glace pilée, quand on les présentera pour le scellement.

POUR vuider l'œuf & le remplir, au lieu de le placer dans le gobelet, tenez-le suspendu au-dessus, avec la tige d'une boîte à cuir garnie d'une pince à jour, qui fait ressort, & dans laquelle on le fait entrer en le poussant; voyez la *Fig.* 4. quand il sera vuide vous le ferez descendre au fond du gobelet, & vous ferez rentrer ce qui en est sorti, en rendant l'air dans le récipient: il faut pour cela que le fond du gobelet soit fort concave, afin que le trou de l'œuf soit plongé jusqu'à parfaite exhaustion: il y a des verres à boire dont la coupe a la forme qu'il faut pour cela; faute de mieux, on en prendra une que l'on attachera avec de la cire molle sur une patte de plomb.

Si vous voulez laver la cocque de l'œuf intérieurement, & la rem-

plir de crême ou de quelque autre matiere liquide, au lieu de faire l'immersion dont je viens de parler, vous laisserez rentrer l'air dans le récipient, & vous mettrez en place du gobelet un autre vase avec de l'eau claire & chaude si vous voulez; ayant fait le vuide, vous y plongerez la coque, & vous rendrez l'air dans le récipient, pour la remplir: vous l'éleverez d'un pouce au-dessus du vase, & vous ferez le vuide, pour déterminer l'eau à sortir; en recommençant ainsi deux ou trois fois, vous parviendrez à la nétoyer parfaitement, après quoi vous finirez par la remplir suivant votre intention.

Figure 15. Dans l'expérience représentée par la figure citée en marge, au lieu d'eau claire, on fera mieux d'employer de l'eau teinte avec de l'orseille.

Sixieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. III. Fig. 16 & 17.*

POUR se procurer le vaisseau qui est la principale piece dans cette expérience, & qu'on appelle *Fontaine de compression*, il faut s'adresser à un Chaudronnier adroit, qui le fera

ainſi que le pied, avec du cuivre rouge, ſuivant un modele qu'on lui taillera en carton ou dans une feuille de papier épais, & qui en repréſentera la coupe ſuivant l'axe. Quoique la forme & les dimenſions en ſoient aſſez arbitraires, on ne fera point mal de ſuivre à-peu-près celles qui ſont indiquées en *H*, *Fig.* 5. En prenant la ligne *ab* pour quinze pouces, & en la diviſant en quatre parties égales par des lignes qui la coupent à angles droits comme *cc*, *dd*, *ee*, on tracera facilement le profil de la fontaine & de ſon pied; & d'après cela, l'ouvrier fera un calibre pour ſe régler: s'il entend bien la rétreinte, il formera le corps de la fontaine de deux pieces, & même d'une ſeule, parce qu'il doit reſter en *H*, une ouverture circulaire de trois pouces de diametre: au pis aller, il la fera de trois pieces, ſavoir le haut & le bas de deux pieces arrondies & embouties en forme de calotes, & le milieu, d'une virole qu'il rendra propre à s'y joindre; mais de quelque maniere qu'il s'y prenne, il faut que ces deux ou trois pieces ſoient aſſemblées à

soudure forte, bord contre bord, & qu'il ne reste au cuivre aucune gerçure, ni aucun défaut par où l'air ou l'eau puisse sortir. Le pied sera fait d'une forte virole façonnée en gorge, avec un quarré à chaque bout; & elle sera soudée à soudure forte sur la convexité d'une patte emboutie, & rebordée tout autour pour avoir plus de force: ces deux pieces n'en faisant plus qu'une, seront rapportées au fond de la fontaine, par une large soudure d'étain, qu'on r'agréera ensuite avec une lime ou avec un grattoir.

J'ai déja dit qu'il doit rester en *H*, une ouverture ronde de trois pouces de diametre, le Chaudronnier y soudera à l'étain une plaque de cuivre jaune *I*, fondue & tournée, avec une feuillure, percée & taraudée au milieu pour recevoir la vis du robinet *K*, qui s'y joint avec un cuir interposé, afin que l'air ne puisse point s'échapper par la jonction. Ce robinet porte un tuyau de laiton un peu plus menu que la vis, & dont le bout d'en-bas qui est ouvert, doit atteindre, à une ligne près, le fond de la fontaine.

Le robinet reçoit par en-haut, un ajutage *L*, qui s'y joint encore à vis, & avec un cuir interposé : son canal & le trou diamétral de sa clef sont gros comme pour y passer une plume à écrire ; il en est de même de l'ajutage, excepté l'orifice, qui n'a pas tout-à-fait une ligne de diametre.

Si l'on n'est point à portée d'un habile Chaudronnier, qui sache exécuter en cuivre ce que je viens de prescrire, on s'aidera d'un Ferblantier, qui fera le corps de la fontaine de trois pieces, sçavoir, deux calotes *M*, *N*, & une virole conique *P*, qu'il soudera solidement. Il y joindra un pied composé d'une virole *O*, & d'une patte emboutie, dont le bord sera fortifié par un cercle de fil de fer, qu'il renfermera : il soudera en *h*, la piece *I*, & le reste se fera comme je l'ai dit ci-dessus. Si l'on fait la fontaine en ferblanc, il faut y employer les feuilles les plus fortes, & la tenir plus petite que celle qu'on feroit en cuivre, de crainte qu'elle ne créve quand l'air y sera fortement condensé. Il faudra déco-

rer ce vaisseau d'une peinture à l'huile, ou le faire passer par les mains du Vernisseur.

La pompe avec laquelle on comprime l'air dans la fontaine, après qu'on y a mis de l'eau, est de cuivre fondu sur un modele en bois : on l'alaise en dedans & on la tourne par dehors comme celle de la machine pneumatique, *pag.* 447 *& suiv.* on lui donne treize pouces de longueur sur un pouce de diametre intérieurement : l'alaisoir peut être fait d'un seul morceau d'acier soudé au bout d'une tige de fer.

Cette pompe a un couvercle qui se met à vis, & qui est percé au milieu, pour laisser passer la queue du piston, laquelle est une tige de fer ronde, avec un manche de tarriere. Le corps du piston se fait comme celui de la machine pneumatique : quand il est tiré jusqu'en haut du corps de pompe, il y a au-dessous de lui un trou de foret par lequel l'air extérieur doit entrer librement; le bas de la pompe, a un fond soudé à soudure forte, au-dessous duquel est un bout de vis qui doit entrer, comme l'ajutage, dans le robinet;

robinet ; le fond & la vis repréſentés plus en grand à la lettre Q, ſont percés d'un trou qui a une ligne de diametre, & le bout de la vis qui eſt limé à plat, eſt couvert d'une petite bande de veſſie rabattue de deux côtés & liée avec un fil fin dans une gorge, afin que cela n'excede point les filets de la vis. Cette bande de veſſie ainſi placée, & renouvellée de temps en temps, ſert de ſoupape ; elle permet à l'air foulé par la pompe d'entrer par le canal du robinet dans la fontaine, & elle l'empêche de revenir, quand on releve le piſton.

On commence donc par mettre de l'eau dans la fontaine juſqu'aux deux tiers de ſa capacité ; on y joint enſuite le robinet avec ſon canal ; on viſſe la pompe au robinet, & en retenant la patte de la fontaine avec les deux pieds, on tire & l'on abaiſſe alternativement le piſton, ayant ſoin qu'il touche à chaque fois le couvercle d'en-haut & le fond d'en-bas, & en faiſant ces deux mouvements bien d'à-plomb, pour ne point fatiguer les endroits par où toutes ces pieces ſont

jointes : après cela on ferme le robinet, on enleve la pompe, on met en sa place l'ajutage *L*, & puis on ouvre le robinet pour donner issue au jet d'eau.

Septieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 10.

CE qu'on appelle *arquebuse*, *fusil*, ou *canne à vent* est toujours un instrument qui sert à faire partir une balle ou une charge de plomb par le moyen d'une bouffée d'air qu'on a fortement comprimé : les ouvriers, sur-tout en Allemagne, en se piquant d'émulation, ont mis beaucoup de différences dans la construction de cette espece d'arme, qui est plus curieuse qu'utile ; je ne m'arrêterai point à faire connoître toutes ces variétés : je remplirai ma tâche en décrivant avec un peu plus de détail que je ne l'ai fait dans la dixieme Leçon, l'arquebuse à vent de la septieme Expérience, & en y ajoutant la maniere de la construire.

Toute personne qui saura travailler & souder les metaux en général, poura entreprendre de construire le corps de cet instrument, dont la *Fig.*

6. repréſente l'enſemble ; mais pour le mettre en bois, pour y ajuſter la platine, & les autres garnitures, je crois qu'on fera mieux d'employer la main d'un bon Arquebuſier, que de l'entreprendre ſoi-même, ſi l'on ne s'eſt point exercé auparavant dans ces ſortes d'ouvrages.

Le canon extérieur *AC*, a deux pieds huit pouces & demi de longueur en totalité, avec une queue *A a*, de deux pouces. Il a deux parties *AB*, & *BC*, que vous ferez ſéparément, & que vous joindrez enſemble par une ſoudure : la premiere eſt longue de quatre pouces, & ſe fait en cuivre de fonte avec ſa queue ; la ſeconde a huit pouces & demi, & ſe fait en laiton.

Vous ferez la partie *a AB*, de deux coquilles *D*, *E*, que vous ferez fondre ſur des modeles de bois & que vous ſouderez l'une ſur l'autre pour ne faire qu'une ſeule piece, comme *F*, quand vous aurez façonné le dedans, & que vous y aurez placé ce qu'elle doit contenir. Vous réſerverez ſur le modéle trois petites maſſe-, *e*, *e*, dont vous aurez beſoin pour

recevoir des vis ; & autour des échancrures qui ſont au milieu de la longueur, vous laiſſerez de part & d'autre ſur un eſpace quarré, aſſez de matiere, pour que ces deux parties diamétralement oppoſées puiſſent s'applanir à la lime, ſans atteindre le rond ; au modele de la piece *E*, vous laiſſerez aſſez d'épaiſſeur pour que l'échancrure prenne deſſus ; & à celui de la piece *D*, vous laiſſerez en dedans une petite maſſe *d*, dont vous ferez une couliſſe en queue d'aronde pour recevoir la queue d'une ſoupape.

Vous ferez fondre encore ſur un modele, une autre piece *G*, que le Fondeur fera venir creuſe, en mettant dans la direction *G g*, un noyau gros comme le doigt ; cette piece portera au milieu de ſa longueur, deux parties cylindriques diamétralement oppoſées, de neuf lignes de longueur chacune, ſur huit lignes de diametre. Cette piece eſt deſtinée à faire la boîte & le canal d'un robinet dont la clef aura dix lignes de diametre par le plus gros bout & huit par le plus petit ; vous prendrez donc vos meſures pour qu'il reſte $\frac{1}{2}$ de lignes, ou

une ligne $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur à cette piece, quand elle ſera alaiſée ; & quand à ſa longueur, elle doit traverſer la piece *F*, & l'affleurer d'un côté & de l'autre.

Faites dans les deux parties cylindrique *i*, *k*, un trou de trois lignes de diametre en ſuivant leur axe, & en paſſant par celui de la piece *G g* ; alors vous tournerez ces deux parties entre deux pointes, & la partie *G g*, ſur une broche de bois dur ; & quand vous aurez dreſſé les deux bouts de celle-ci, vous formerez à l'un & à l'autre, un drageoir d'une ligne de profondeur.

Vous dreſſerez pareillement les faces des deux petits cylindres ; vous réduirez la groſſeur de l'un des deux à ſix lignes de diametre, & vous prendrez ſur le bout, un tenon fort court & une petite portée. Vous laiſſerez à l'autre toute la groſſeur qu'il peut avoir étant tourné ; mais lorſqu'il ſera hors de deſſus le tour vous agrandirez ſon trou avec un équarriſſoir qui ait peu de dépouille, & vous l'ajuſterez à la groſſeur du petit canon, qui y ſera ſoudé ; enfin vous

finirez à la lime, les endroits qui n'auront pas pu se façonner sur le tour.

Vous ajusterez & vous souderez à soudure forte au bout *k*, une piece de cuivre *y*, grosse comme lui, dont la longueur fasse un angle droit avec la sienne, & qui s'éleve de quelques lignes moins haut que la piece *G g*; vous percerez par en-haut ce petit montant, en y faisant un trou de trois lignes de diametre qui communique avec celui du cylindre *k*, & vous le continuerez jusqu'en bas, par un trou qui soit une fois plus petit; vous dresserez bien le bout d'en-haut, & vous l'arrondirez extérieurement en y faisant un biseau; par en-bas, vous y ferez un tenon, & une portée à niveau de la boîte *G g*: voyez la coupe de toutes ces pieces assemblées, en *H*.

Vous préparerez ensuite une virole de cuivre soudée à soudure forte, qui ait un pouce de diametre extérieurement, sur huit lignes de longueur, & qui porte en dedans, des filets de vis d'un bout à l'autre: vous dresserez à la lime le gros bout de la piece *E*, de

maniere qu'il ſoit dans un plan incliné d'environ dix degrés à l'axe de cette piece aſſemblée avec *D*. Car il faut que la pompe qui viendra s'appuyer contre cette face, ait à-peu-près cette inclinaiſon, voyez *a A B*. Vous ferez donc la place de la virole au bout de la piece *E*, conformément, à cette intention & vous ferez en ſorte que ſon bord affleure le ſien.

Vous ajuſterez pareillement la boîte *G g*, dans les échancrures de la piece *E*, & vous la ferez deſcendre aſſez bas pour qu'elle touche bien le fond, car cela eſt eſſentiel ; vous ferez auſſi paſſer à travers cette même piece, le tenon du petit canal montant *y*, & vous ajuſterez en *i*, le petit canon du fuſil, celui qui doit porter la balle.

Le petit canon doit avoir vingt-huit pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, par conſéquent il faut lui en donner vingt-neuf à cauſe de la ſoudure ; vous prendrez pour le faire, une bande de laiton bien unie, & qui ait par-tout une demi-ligne d'épaiſſeur ; vous en dreſſerez bien les bords, & vous la plierez,

ſur une verge de fer bien cylindrique & bien droite de quatre lignes $\frac{1}{4}$ de diametre ; vous la ferrerez de trois pouces en trois pouces avec des ligatures de fil de fer fin & bien recuit, pour la ſouder avec la ſoudure d'argent.

Après cette opération, vous ferez paſſer d'un bout à l'autre à pluſieurs repriſes, une queue de rat emmanchée d'un gros fil de fer, pour ôter les gouttes, ou les petites inégalités, que la ſoudure auroit pu produire ; enſuite avec un baguette de bois, tendre fendue par le bout, afin quelle faſſe reſſort, & de la ponce ou du ſablon détrempé avec de l'eau, vous acheverez de bien nétoyer le dedans ; & quand vous l'aurez lavé & eſſuyé, vous le perfectionnerez de la maniere ſuivante.

Ayez une verge de fer (elle vaudroit mieux ſi elle étoit d'acier) bien unie & bien calibrée, de $\frac{1}{2}$ lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, mais un peu en dépouille par un bout ; faites-la entrer de trois ou quatre pouces, dans un des bouts du canon, & ayant poſé cette partie ſur un tas ou ſur un enclumeau

meau bien uni, battez le cuivre avec un moyen marteau à petits coups & tout autour, & faites ainsi avancer la verge de plus en plus, jusqu'à ce qu'elle puisse sortir par le bout opposé à celui par lequel elle est entrée; par cette façon, le canon se mettra de calibre, prendra de la consistance, & sera en état d'être soudé avec la soudure d'argent à la piece g G. Mais il faut auparavant l'éprouver, en le bouchant par un bout, & en le remplissant d'eau, sur laquelle on soufflera fortement, pour voir s'il n'y a jour nullepart. Car s'il y avoit quelque défaut, il faudroit le réparer par un grain de soudure.

Tout étant donc préparé & placé comme on le voit en *N y*, vous soudérez toutes ces pieces d'un même feu, en employant une soudure de quelques degrés plus tendre, que celle avec laquelle vous avez soudé le petit canon *M N*: après quoi vous percerez le trou *K*, égal au calibre du petit canon, & qui se trouve dans la boîte à égale distance des deux autres trous; voyez *h K*, qui représente la coupe de la boîte *g G*, par

le plan qui comprend les centres de ces trois trous.

Après avoir nétoyé le dedans de cette piece, & avoir bien examiné si la soudure, a pris par-tout : vous ajusterez dans la piece *D* la soupape *L*, de maniere que quand les deux coquilles seront réunies, elle pose exactement sur le haut du canal montant *y*. Cette soupape est une palette garnie en dessous d'une rondelle de cuir de bufle imbibée de suif & d'huile, & attachée avec une vis dont la tête, qui est platte, répond à l'embouchure du canal sans en toucher les bords. La palette & la queue de la soupape sont de cuivre, d'une ligne d'épaisseur, & fortement écoui pour avoir beaucoup de ressort. Le bout de la queue taillé en queue d'aronde par ses bords, entre dans une coulisse de même forme, qui est en *d* dans la coquille supérieure, & s'arrête avec une vis, qui a sa tête en dehors. Pour essayer si la soupape est bien placée, si le cuir pose exactement sur les bords du canal montant, & si la queue a un ressort suffisant, vous lierez les deux coquilles l'une sur l'autre,

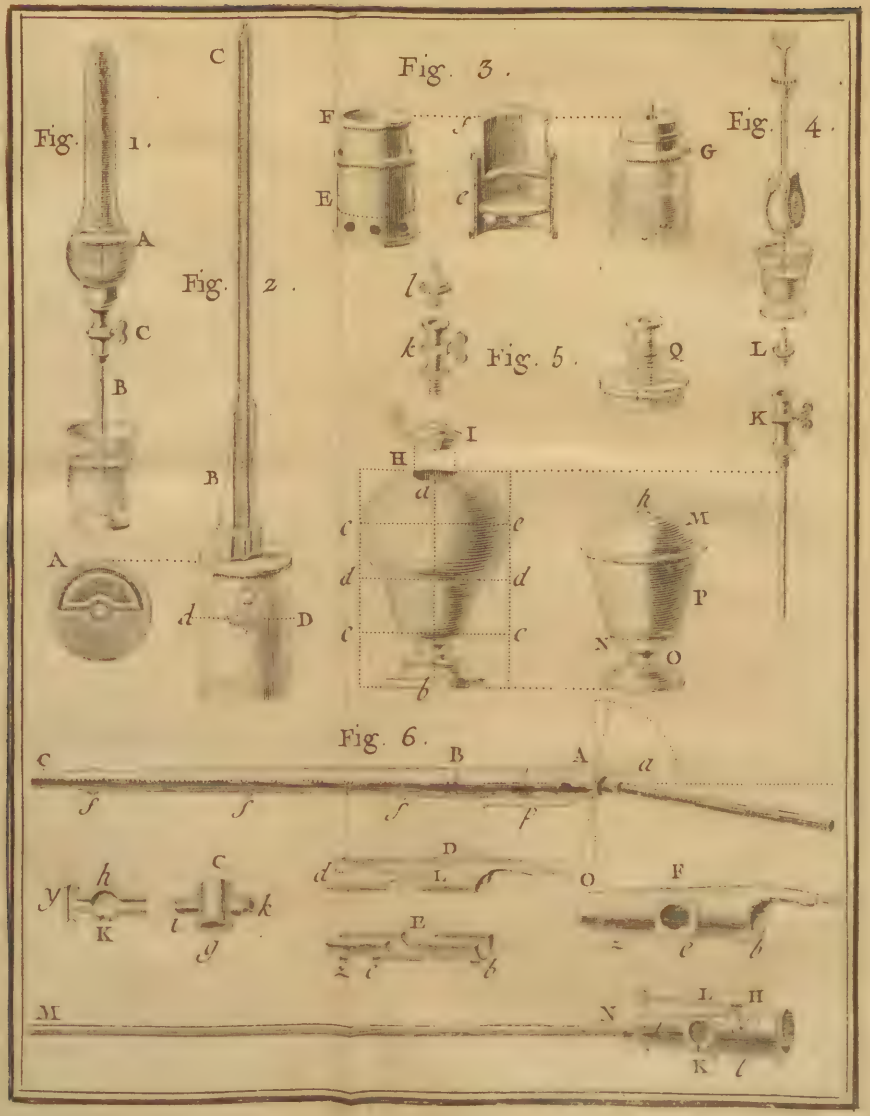


Fig. 1.
A
C
B
Fig. 2.
C
B
A
d
D
Fig. 3.
F
E
f
c
G
l
k
Fig. 5.
Q
H
I
a
c
d
c
e
d
c
b
h
M
P
N
O
Fig. 4.
L
K
Fig. 6.
C
B
A
a
f
f
f
f
y
h
K
C
k
i
g
D
d
L
E
c
b
F
e
b
M
N
L
H
K
l

vous léverez la palette avec une cheville de métal que vous introduirez par le trou *l*, & vous la laisserez retomber à plusieurs repriſes, pour examiner enſuite l'impreſſion que les bords du canal auront faite ſur le cuir. Après ces épreuves, vous ôterez la ſoupape, vous lierez avec du fil de fer recuit, les deux coquilles l'une ſur l'autre, de maniere que les bords ſe touchent bien par-tout; & vous les ſouderez enſemble avec la ſoudure blanche, c'eſt-à-dire, avec de la ſoudure forte, qui contient beaucoup d'étain, afin qu'elle coule à un dégré de chaleur qui ne ſoit pas capable de nuire aux ſoudures qui ont précédé. Les deux coquilles étant ainſi jointes, & dégroſſies, vous formerez avec la lime au bout *O*, une feuillure d'une $\frac{1}{4}$ ligne de profondeur, ſur la longueur d'un demi-pouce, & vous mettrez cette partie un peu en dépouille, pour recevoir le gros canon, que vous y ſouderez avec la ſoudure d'étain, ayant bien ſoin de chauffer & d'aviver fortement les piéces avant de les joindre.

Le gros canon a la même lon-

gueur que le petit ; sa grosseur par un bout est égale à la partie *O* qui le reçoit, l'autre bout n'a qu'un pouce de diametre intérieurement ; il est fermé par une piece *m*, *Planche XXIII*, *Figure* 1, qui entre à feuillure, & par le milieu de laquelle passe le bout du petit, canon : elle est soudée à l'un & à l'autre avec la soudure d'étain, ou si l'on veut, avec la soudure blanche. Le gros canon est fait, comme le petit avec une feuille de cuivre, mais plus épaisse de moitié ; vous la plierez de même sur un boulon de fer d'une longueur & d'une forme convenables ; vous souderez les bords avec de la soudure forte, & douce, c'est-à-dire qui souffre le marteau ; & quand vous l'aurez nétoyé par dedans, vous le remetterz sur le boulon de fer, pour le battre & achever de l'arrondir. Par la même soudure, vous mettrez trois attaches *f*, *f*, *f*, *Pl. XXII. fig. 6.* sçavoir une à 4 pouces de distance du petit bout, une autre à 21 pouces, & une troisieme à égales distances entre l'une & l'autre.

Il faut préparer un tuyau *P*, de 5

pouces de longueur, d'un calibre un peu plus gros que le petit canon, afin que les balles y paſſent avec beaucoup de liberté ; il faut qu'il ſoit fermé & arrondi par les deux bouts avec une ouverture ronde à chacun de 5 lignes de diametre, & oppoſées entr'elles, c'eſt-à-dire, que l'une ſoit tournée à droite, quand l'autre eſt à gauche ; ce tuyau ſera limé plat aux dépens de ſon épaiſſeur, en ſuivant le plan d'une de ſes ouvertures, pour s'appliquer ſous le fuſil qui eſt auſſi limé plat en cet endroit pour le recevoir ; vous le placerez de maniere que l'une de ſes ouvertures s'abouche exactement avec le trou *K*, & vous l'arrêterez dans cette poſition avec deux attaches ſoudées l'une au bout, l'autre ſur le côté aux deux petites maſſes réſervées en *e* & en *o*, dans leſquelles vous tarauderez des trous pour deux petites vis. Ce canal eſt fait pour recevoir des balles de calibre, & les conduire dans le robinet ; ainſi vous donnerez un peu d'évaſement & de pente à l'entrée du trou *K*, afin que cela ſe faſſe ſans obſtacle. Si vous ſuppoſez

la soupape remise à sa place, la *Fig.* 2, représente l'état actuel du fusil par la coupe suivant l'axe : & il ne s'agit plus que de finir le robinet en y plaçant la clef.

Cette clef est un morceau de cuivre de fonte R, tourné sur un axe de fer qui y est soudé, & qui n'y entre que de la profondeur de quatre lignes. La partie qui est dehors, est un cylindre long de $\frac{3}{4}$ de pouces sur quatre lignes de diametre, & l'on a pris dessus un quarré qui a aussi quatre lignes de longueur. Vous ajusterez la clef du robinet dans sa boîte, comme je l'ai enseigné précédemment pour la machine pneumatique, *pag.* 465. & quand elle le sera à-peu-près, vous y ferez un trou diamétral capable de recevoir une balle de calibre ; vous le placerez de maniere, qu'il se rencontre dans la direction du petit canon, quand on fera tourner la clef ; & que ses deux embouchures répondent à deux faces opposées du quarré de l'axe.

Quand le trou de la clef sera bien ébarbé, & qu'elle sera presque entierement ajustée, vous la remettrez sur

le tour, & vous réglerez sa longueur de façon, que ses deux faces affleurent depart & d'autre, le fond des drageoirs, que vous avez faits aux bords de la boite *Gg*: vous creuserez de plus sur la plus petite des deux faces, une cavité circulaire de six lignes de diametre, d'une ligne de profondeur, & dont le fond soit droit, avec un trou au centre gros comme une plume à écrire, qui communique avec le grand trou diamétral, & qui soit fraisé à son embouchure. Vous y placerez une cheville de cuivre, qui glisse aisément suivant sa longueur, mais dont la tête noyée dans la fraisure ne lui permette pas de passer outre; vous laisserez déborder l'autre bout d'une demie ligne dans le trou diamétral, & vous le taillerez avec la lime conformément à la partie du trou où il est, en adoucissant bien les angles de façon qu'une balle, en traversant la clef, ne soit point arrêtée par cette petite piece, mais qu'elle la repousse seulement.

La clef étant donc finie de tout point, vous la mettrez dans sa boîte, après l'avoir graissée avec un peu de

fuif ; vous enfilerez fur l'axe, une platine de cuivre dreſſée & arrondie ſur le tour, & de grandeur à entrer juſte & à remplir le drageoir avec un petit biſeau, ſur lequel vous rabaterez le cuivre de la boîte, avec un repouſſoir d'acier trempé & en frappant à petits coups : & de temps en temps vous ferez tourner la clef, pour voir ſi elle n'eſt point gênée.

Vous couvrirez de même l'autre face de la clef; mais auparavant vous placerez la petite cheville, & par-deſſus, un foible reſſort de cuivre écroui ou d'acier, dont vous éprouverez l'effet avant que de l'enfermer à demeure : il faut qu'une balle de plomb roulant du canal *p* dans la clef, ſoit arrêtée au milieu du trou diamétral par la preſſion de la cheville, mais qu'elle paſſe outre quand on la pouſſera un peu.

Quand vous aurez mis le fuſil en cet état, vous pourrez le limer extérieurement, enlever la matiere inutile, façonner & polir tout ce qui doit paroître hors du bois, après quoi vous ferez la pompe & ſa ſoupape.

La pompe Q, *Fig.* 3. eſt un tuyau cylindrique de quatorze pouces de longueur ſur neuf lignes de diametre; elle peut être indifféremment de fer ou de cuivre de fonte, pourvu qu'elle ſoit bien alaiſée & réduite à l'épaiſſeur d'une bonne demie ligne, pour être plus légére. Le corps du piſton qui a deux pouces de longueur, eſt fait de pluſieurs rondelles de cuir de vache corroyé, enfilées ſur une tige quarrée *r*, entre deux platines de cuivre un peu plus petites, & dont la derniere ſe met avis. Le reſte de la tige, eſt une lame de fer qui a ſix lignes de large ſur deux d'épaiſſeur; elle eſt terminée par une partie ronde avec un bouton plat, & par une eſpece de collet dont je parlerai bientôt.

Au bout de la pompe eſt ſoudée à ſoudure forte, une piece de cuivre fondue ſur un modele, dont *S T V*, repréſentent la coupe ſuivant l'axe; on y peut diſtinguer trois parties; la premiere *S* ou *s*, eſt une vis qui a ſon écrou dans la virole qui eſt ſoudée dans le gros bout du fuſil. La ſeconde *T*, eſt une maſſe coupée quarré-

ment au-dessous de la vis, pour servir de portée, & que l'on couvre de plusieurs anneaux de cuirs, afin que l'air n'y puisse point passer; dans cette masse est un trou conique, qui a quatre lignes de hauteur, sept lignes de diametre au plus large, & trois $\frac{1}{2}$ au plus étroit; il faut qu'il soit fraisé avec soin, & l'on fera bien d'y ajuster un cône tronqué de cuivre, & de roder l'un dans l'autre avec de la ponce & de l'eau, comme les clefs de robinets. Après cette cavité, il reste un fond plat, qui a au centre un trou de deux lignes de diametre. Au-dessous de cette seconde partie, il y en a une troisieme, qui est évidée cylindriquement, qui embrasse la pompe & qui s'y soude. Cette piece est taillée à pans par le dehors, afin qu'on puisse la saisir plus facilement pour la visser au fusil. La soupape est un cône tronqué *x*, formé avec des rondelles de cuir corroyé, & enfilées, sur un axe de cuivre, plus gros par en-bas que dans le reste de sa longueur, avec une portée; & elles sont pressées par une rondelle de cuivre qui se met avis. Ces rondelles de cuir

doivent être arrondies sur le tour, abreuvées de matieres grasses, pressées & moulées, pour ainsi dire, dans la cavité qu'elles doivent remplir. Le bout de l'axe par en-bas, est limé plat, afin que l'air foulé par la pompe passe par les deux côtés pour soulever la soupape; l'autre bout qui est plus menu, est rond & glisse librement dans un trou qui traverse la bride *X*. Cette bride est une lame de cuivre pliée d'équerre par les deux bouts, & arrêtée par deux petites vis dont les têtes sont limées après coup, conformément aux filets qu'elles interrompent; entre cette bride & le dessus de la soupape, on enferme un ressort à boudin, fait d'un fil de laiton, qui la contient & qui la repousse à sa place après qu'elle a été soulevée. Voyez la coupe de l'ensemble à la lettre *Y*.

J'ai dit ci-devant, que la tige du piston qui est en *r*, est une lame de fer de six lignes de largeur; elle a en *t*, une partie cylindrique qui a huit lignes de longueur sur quatre de diamètre, au dessous de laquelle est un bouton plat; la tige glisse d'un bout

à l'autre dans une piece de cuivre *Z*, qui a sept lignes d'épaisseur, & qui entre des deux tiers dans le bout de la pompe ; elle a deux fortes oreilles, par lesquelles elle s'attache avec des vis au bout de la crosse du fusil.

L'ouverture qui donne passage à la tige platte, est arrondie au milieu pour recevoir la partie cylindrique *t*, ce qui arrive quand le piston est arrivé au haut de la pompe ; alors en faisant un quart de tour, la tige se trouve retenue, & le piston contribue avec la soupape à contenir l'air qui est foulé.

Au-dessous du bouton plat, il y a encore une partie, cylindrique de 5 à 6 lignes de diametre ; sur la moitié de sa longueur, qui a un demi pouce, elle est applatie à la lime des deux côtés, de sorte qu'il ne lui reste que le tiers de son épaisseur, dans cet endroit-là : on fait passer le tout à travers une bande de fer *v*, élevée de trois lignes au milieu, & percée d'un trou rond qui communique avec une rainure dans laquelle on fait entrer le colet plat, & l'on ferme le trou rond avec un tourniquet ; on

met les deux pieds sur les deux bouts de la piece *v*, où l'on a ainsi engagé le bout de la tige du piston, & avec les deux mains on fait monter & descendre la pompe qui est jointe au fusil. Chaque fois que le piston se trouve en-bas, il entre de nouvel air dans la pompe, par un trou qui est à deux pouces & demi près du bout, & le coup de piston le pousse dans l'intérieur du fusil, où il est retenu par les soupapes.

Alors si l'on tourne la clef du robinet de maniere qu'elle puisse recevoir une balle du canal *p*, & qu'ensuite en lui faisant faire un quart de tour, on mette son trou diamétral dans la direction du petit canon, il ne faudra plus que soulever la soupape *L*, avec une petite cheville de cuivre placée en *l*; l'air condensé entre les deux canons s'échappera par le canal montant *y*, & fera partir la balle : il faut que la cheville *l*, soit bien ajustée, dans la partie inférieure de ce canal, & qu'elle soit toujours frottée d'huile, afin que l'air ne se perde point par-là.

Tout cela peut se faire, comme on voit, sans que le fusil soit mis en bois,

& le Physicien a rempli sa tâche quand il l'a mis en cet état ; mais cet instrument sera bien plus agréable & bien plus commode, s'il est monté proprement, & assorti de certaines pieces, qui prennent & placent les balles avec justesse, & qui fassent jouer la soupape *L*, avec une telle économie, que l'air une fois condensé dans l'intérieur du fusil, suffise pour chasser successivement dix ou douze balles : comme cela ne peut se faire que par une main déja exercée dans l'arquebuserie, j'indiquerai seulement ce qu'il faut faire, sans m'arrêter à dire en détail, comment il faut s'y prendre pour l'exécuter.

On choisira un morceau de bois de noyer bien sain & bien doux, qui ait les dimensions convenables ; on percera pour loger la pompe, toute la partie qui est destinée à faire la crosse, & dans l'autre partie, on fera entrer le gros canon jusqu'au niveau de son axe : le fusil sera attaché sur son bois 1°. par les trois attaches *f*, *f*, *f* ; 2°. par une vis qui le prendra en-dessous, & qui aura son écrou dans la petite masse réservée en *b*,

3°. par une vis en bois, dont la tête sera noyée dans l'épaisseur de la queue *a*, 4°. & par l'axe de la clef du robinet, comme je le dirai ci-après. Le bout de la crosse est un peu enfoncé, & recouvert d'une plaque de cuivre, fondue sur un modele de plomb, & sous laquelle on a réservé des petites masses pour recevoir les vis qui attachent la piece *Z*. Le bois est percé vis-à-vis l'embouchure du canal *p*, & garni d'une piece de cuivre à coulisse, par le moyen de laquelle on ouvre, & on ferme cette ouverture : il l'est encore sur un des côtés de la crosse, vis-à-vis du trou par lequel l'air doit entrer dans la pompe; on pourra, si l'on veut, fermer ce trou par une piece tournante attachée sur une autre piece platte incrustée dans le bois : comme on le voit en *A*, *Fig.* 7.

Pour mettre la clef du robinet dans les différentes positions qui lui conviennent, & pour faire ouvrir la soupape de communication pendant un temps fort court, on employe un platine d'acier trempé *A B*, *Fig.* 8. qui ressemble beaucoup à celles des fusils

ordinaires, mais qui est plus grande & plus forte, elle a huit pouces de long sur quatorze à quinze lignes de largeur. Cette platine porte en dehors un chien & une platine de batterie qui fait à l'ordinaire, un quart de conversion; celle-ci est fixée par une vis sur le quarré de l'axe du robinet, de telle maniere que quand elle est droite & qu'elle couvre le bassinet, le trou diamétral de la clef se présente à l'embouchure du canal *p*, qui contient les balles, & en reçoit une; & quand on la renverse de *C* en *D*, elle met la balle dans la direction du petit canon; ainsi elle doit rester dans cette situation, jusqu'à ce que le coup soit tiré; ou qu'on fasse sortir la balle par où elle est entrée.

Le chien *E*, porte par dedans, une noix composée de deux bras de levier courbes *f*, *g*, & d'un rateau où sont taillées les dents de bende, de repos, & de détention; le bras *g*, est poussé par un grand ressort *h*, qui doit être très-fort: le levier de la détente *i*, porte à son extrêmité *k*, un bras à retour d'équerre, qui va chercher la gachette. L'autre bras *f*, de

de la noix, par le moyen du levier *l*, pouſſe de bas en haut la piece *m*, qui a le centre de ſon mouvement en *n*, & qui étant ravalée de la moitié de ſon épaiſſeur, eſt guidée & retenue par une couliſſe creuſée ſous la piece *o p* : à la baſe du triangle *m*, eſt une partie platte perpendiculaire à la platine, & qui s'avance ſous la cheville de cuivre qui doit pouſſer la ſoupape : la piece *m n*, eſt ramenée de haut en bas par un reſſort *q*.

On voit par cet arrangement, que quand on tire le chien en arriere on tend le grand reſſort *k*, & que quand on lâche la détente, ce reſſort pouſſant le levier *g*, fait lever la piece *m n*, & avec elle, celle qui répond à la cheville de cuivre, d'où il arrive qu'une portion de l'air qu'on a foulé entre les deux canons, s'échappe par le robinet dans le petit, & emporte la balle qu'il y trouve.

Mais la longueur & la figure du bras *f*, ſont proportionnées de maniere, que quand le levier *l* a fait le mouvement qu'il faut pour faire lever la piece *m*, il lui échappe & le laiſſe paſſer outre, ce qui fait que

la soupape ne reste ouverte qu'un très-petit instant, & que l'air qu'on a condensé sert pour plusieurs coups.

Le bras *f*, étant une fois passé, & le levier *l*, *r*, étant remonté à sa place par l'action du ressort *q*, & ne pouvant aller plus haut à cause d'un *retentum*, qui est entre les deux lettres, *l*, *r*, on ne pourroit plus faire tourner la noix pour bander le grand ressort; pour prévenir cet inconvénient, le levier de communication *l* est brisé en *r*, avec un petit ressort en-dessus qui ramene la piece mobile, après que le bras *f*, l'a fait tourner en remontant.

Le chien, pour s'appliquer contre la platine est limé plat jusqu'à la ligne *s*, *s*, où son épaisseur devient tout à coup plus grande; cela produit un épaulement par lequel il s'appuye en tombant, sur le bord de la platine. Comme le grand ressort doit être bien fort, pour être en état de lever la soupape, quand le fusil est chargé, & qu'on le tire quelquefois lorsqu'il ne l'est pas, il faut donner beaucoup de force au col du chien, pour le mettre en état de résister à cet effort.

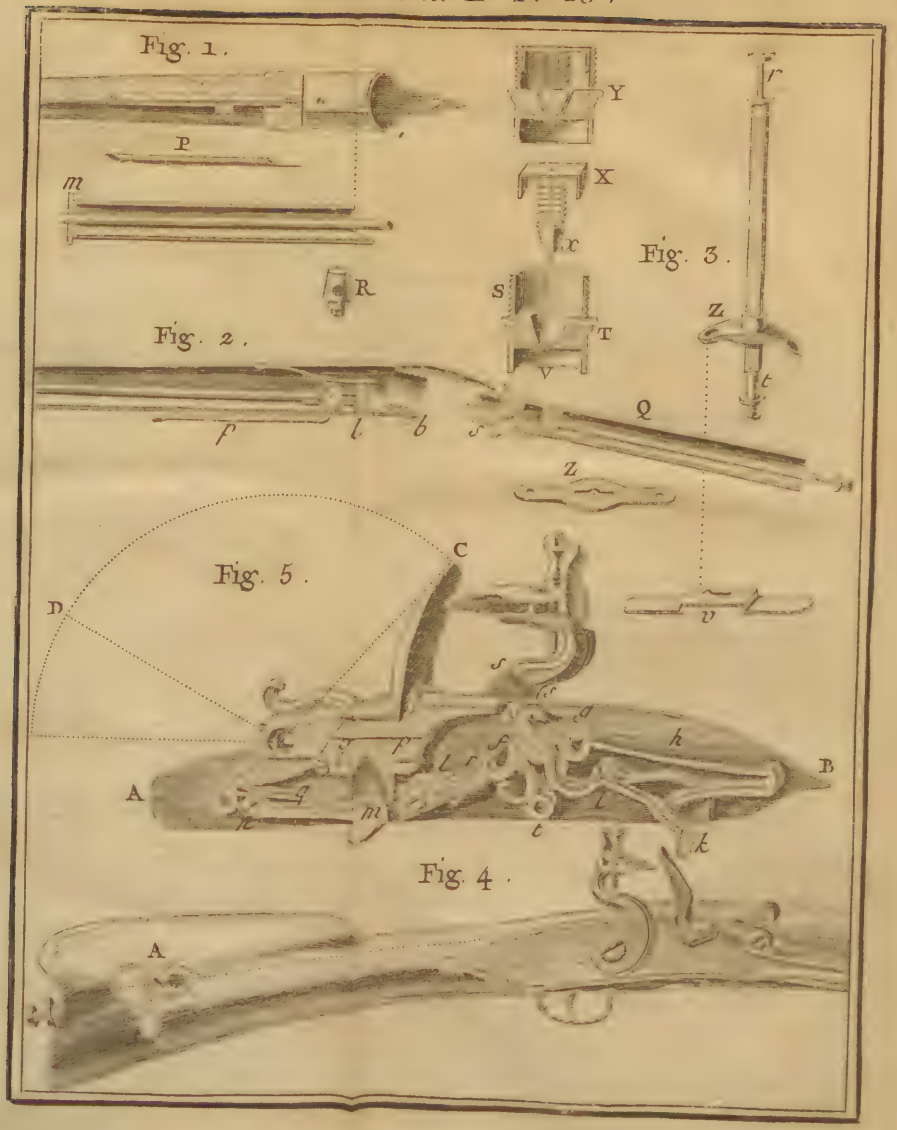


Fig. 1.
P
m
R
Y
X
x
S
T
V
Fig. 3.
r
Z
t
Fig. 2.
f
l
b
s
Q
Z
v
Fig. 5.
C
D
A
B
d
h
k
Fig. 4.
A

La platine s'attache au fusil, par une vis qui traverse tout le bois, & qui trouve son écrou en *t*; elle tient encore par l'axe de la clef du robinet, qui après l'avoir traversée, reçoit la platine de batterie sur son quarré, avec une vis qui l'y retient.

Afin que les balles soient toujours de calibre, il faut avoir un moule pour les fondre, & avoir soin de les bien ébarber avant de s'en servir; on fera bien aussi de passer de temps en temps un peu d'huile dans le petit canon avec un linge fin attaché au bout d'une baguette.

A propos de baguette, si l'on en veut une au fusil, il faudra que le bout se détourne un peu, pour passer à côté du canal *p*, qui contient les balles; elle se placera du reste & s'attachera comme aux fusils ordinaires.

Fin du Tome second.

TABLE
DES MATIERES
Contenues dans ce second Volume.

TROISIEME PARTIE.

CONTENANT des avis particuliers sur les Expériences des Leçons de Physique.

Avis concernant la premiere Leçon.

AVIS sur la premiere Section. page 1.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 5.
Troisieme expérience. 6.
Quatrieme expérience. 13.
Avis sur la seconde Section. ibid.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 16.
Troisieme expérience. 17.
Avis sur la troisieme Section. 18.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 23.

AVIS concernant la seconde Leçon.

Avis sur la premiere Section. 31.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 34.

Troisieme expérience. 36.
Quatrieme expérience. 38.
Avis sur la seconde Section. 42.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 49.
Troisieme expérience. 52.
Avis concernant la troisieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 61.
Premiere expérience. 62.
Avis sur la seconde Section. 66.
Avis sur l'Article I. de la troisieme Section. 82.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 85.
Troisieme expérience. 92.
Avis sur l'Article II. de la troisieme Section. 98.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 108.
Troisieme expérience. 111.
Avis concernant la Quatrieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 114.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 115.
Troisieme expérience. 119.
Avis sur la seconde Section. 121.
Premiere expérience. *ibid.*
Deuxieme & troisieme expériences. 123.
Avis sur la troisieme Section. 125.
Expériences sur le choc des corps. *ibid.*
Avis concernant la cinquieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 145.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 148.
Troisieme expérience. 152.
Quatrieme expérience. 157.
Cinquieme expérience. 160.
Avis sur la seconde Section. 175.

Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 179.
Troiſieme expérience. 181.
Quatrieme expérience. 183.
Cinquieme expérience. 194.
Sixieme & ſeptieme expériences. 205.
Avis concernant la ſixieme Leçon.
Avis ſur la premiere Section. 210.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 212.
Troiſieme expérience. 214.
Quatrieme & cinquieme expériences. 219.
Sixieme expérience. 220.
Avis ſur le I. Article de la ſeconde Section. 225.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 228.
Troiſieme expérience. 231.
Quatrieme expérience. 240.
Avis ſur le II. Article de la ſeconde Section. 256.
Cinquieme expérience. *ibid.*
Avis concernant la ſeptieme Leçon.
Avis ſur la premiere Section. 263.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 268.
Troiſieme expérience. 272.
Cinquieme expérience. 276.
Sixieme expérience. 277.
Septieme expérience. 280.
Modeles des pompes foulantes. 288.
Avis ſur la ſeconde Section. 298.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 300.
Expérience relative à la deuxieme propoſition. 301.
Troiſieme expérience. 303.
Quatrieme & cinquieme expériences. *ibid.*

Conſtruction du barometre ſimple. 307.
Barometre à cadran. 315.
Barometre portatif. 319.
Sixieme & ſeptieme expériences. 322.
Huitieme expérience. 323.
Modeles des pompe aſpirantes & foulantes. 325.
Modele de la pompe *des Prêtres*. 331.
Neuvieme expérience. 341.
Dixieme expérience. 342.
Onzieme expérience. 343.
Douzieme expérience. 344.
Avis concernant la huitieme Leçon.
Avis ſur la troiſieme Section. 352.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 353.
Troiſieme expérience. 360.
Quatrieme expérience. 362.
Cinquieme expérience. 363.
Sixieme expérience. 364.
Septieme expérience. 366.
Huitieme expérience. 368.
Neuvieme expérience. 369.
Dixieme expérience ; conſtruction des aréometres. *ibid.*
Avis concernant l'appendice, ſur les tubes capillaires & ſur les cauſes de la fluidité & de la ſolidité des corps.
Avis ſur le I. Article. 378.
Avis ſur le II. Article. 380.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 381.
Avis concernant la neuvieme Leçon.
Avis ſur la premiere Section. 384.
Premiere & deuxieme expériences. *ibid.*
Troiſieme, quatrieme & cinquieme exp. 390.
Manivelles ſimples & coudées. 393.

Sixieme & septieme expériences. 397.
Huitieme & neuvieme expériences. 398.
Construction des balances. 399.
Avis sur les poulies. 402.
Dixieme expérience. *ibid.*
Onzieme expérience. 404.
Douzieme expérience. 405.
Treizieme expérience. 412.
Avis sur les roues.
Remarques, sur le treuil, le cabestan, la grue, &c. 417.
Avis sur la seconde Section. 421.
Premiere expérience. *ibid.*
Sur le coin considéré comme une machine composée de plans inclinés. 430.
Seconde expérience. *ibid.*
Sur les vis de différentes especes. 433.
Premiere, seconde & troisieme expér. 441.
Avis sur la troisieme Section. 442.
Quatrieme & cinquieme expériences. *ibid.*
Sixieme expérience. 443.
Avis concernant la dixieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 446.
Premiere expérience. *ibid.*
Construction de la machine pneumatique faite d'un seul corps de pompe. 447.
Préparation des boules à cuirs. 494.
Proportions des récipients propres à adapter la machine pneumatique. 498.
Seconde expérience. 506.
Troisieme expérience. 507.
Quatrieme expérience. *ibid.*
Cinquieme expérience. 508.
Sixieme expérience. 516.
Septieme expérience. 522.
Construction du fusil à vent. *ibid.*

Fin de la table du Tome second.

L'ART
DES
EXPERIENC

TOM II

316
394

colorchecker CLASSIC
calibrite
mm